



SAVONIA

Tietomalliin tehtävän asennusvaiheis- tuksen käytettävyys

Elina Ahokas

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Elina Ahokas	
Työn nimi Tietomalliin tehtävän asennusvaiheistuksen käytettävyys	
Päiväys 24.04.2012	Sivumäärä/Liitteet 43/18
Ohjaaja(t) lehtori Viljo Kuusela	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Insinööritoimisto Controlteam Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän insinööritoimiston tavoitteena oli tutkia <i>Tekla Structures</i> -ohjelmistolla laadittuun malliin tehtävän asennusvaiheistuksen käytettävyyttä ja toiminnallisuutta sekä työmaan että suunnittelutoimiston kannalta. Asennusvaiheistuksen käytettävyyttä suunnittelijalle arvioitiin laatimisen vaivattomuuden ja tehokkaan ajan käytön kannalta, kun taas työmaan näkökulmasta asiaa tutkittiin käytettävyyden kannalta.</p> <p>Tässä tutkimuksessa asennusvaiheistettu tietomalli jaettiin teräsrungon toimitusluettelon ja valmiiksi aikataulutettujen työvaiheiden mukaisiin osiin. <i>Task Manager</i> -työkalun avulla rakennusosat linkitettiin aikataulutettuihin tehtäviin ja laadittiin 4D-simulointi kohteen etenemisestä. 4D-simulaatiosta valittiin joukko työvaiheita, jotka kuvaavat parhaiten kohteen etenemistä ja näitä työvaiheita kuvaavat mallit vietiin katselumalliin. Asennusvaiheistuksesta tehtiin laadintaohje toimistolle ja <i>Tekla Web Viewerin</i> käyttöohje työmaalle.</p> <p>Työtä tehtäessä huomattiin, että <i>Tekla Structures</i> -ohjelmisto on käyttökelpoinen työkalu asennusvaiheistuksen tekemiseen ja sen hyödyntämiseen. Työmaalta saatu palaute oli positiivista ja siellä pidettiin <i>Tekla Web Viewerin</i> käyttöä hyödyllisenä ja helppona. Tulokset osoittavat, että asennusvaiheistuksen tekeminen kannattaa myös tulevilla hankkeilla.</p>	
Avainsanat Tekla Structures, BIM, web-malli, asennusvaiheistus, käytettävyys	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Elina Ahokas			
Title of Thesis Usability of Phased Erection in Building Information Model			
Date	24 April 2012	Pages/Appendices	43/18
Supervisor(s) Mr Viljo Kuusela, Lecturer			
Client Organisation/Partners Insinööritoimisto Controlteam Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to study the usability of a 3D model made by Tekla Structures -software which includes information about phased erection. Usability evaluation was based on the opinions and view of workers in the engineering office and on the site. The designer's view of usability was evaluated by efficient use of time and how convenient/effortless the implementation was. From site's point of view the study was focused on practicality. The aim was to keep the outcome simple and clear.</p> <p>First the building information model (BIM) was divided in to reasonable blocks based on the schedule and the delivery list of the steel frame. Then BIM was linked into the timetabled tasks and an illustrative 4D simulation presentation was created. After that, numerous work phases which illustrated progression of installation were selected in the 4D simulation. Finally, these phased models were taken in to Tekla Web Viewer.</p> <p>When doing the work it was noticed that Tekla Structures -software which includes information of phased erection was a useful tool for making and utilizing BIM. Based on the positive feedback received from the site and other experiment about using and making phased erection proved that it will worth be using in the future projects as well.</p>			
<p>Keywords Tekla Structures, BIM, web model, order of installation, usability</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Taustat ja tavoitteet	7
1.2	Tilaaja	8
2	TIETOMALLINTAMINEN.....	9
2.1	Tietomalli.....	10
2.1.1	Tietomallipohjainen suunnittelu	10
2.1.2	Tietomallin havainnollistaminen	11
2.2	<i>Tekla Structures</i>	12
2.2.1	<i>Construction Management</i>	13
2.2.2	<i>Model Organizer</i>	13
2.2.3	<i>Task Manager</i>	13
2.2.4	<i>Tekla Web Viewer</i> ja <i>Tekla BIMsight</i>	14
2.2.5	Käytettävyys ja <i>Tekla Web Viewer</i>	14
2.3	Mallit rakennusprojektin eri vaiheissa	16
2.3.1	Rakennushankkeen käynnistysvaihe.....	16
2.3.2	Ehdotussuunnittelu.....	17
2.3.3	Yleissuunnittelu.....	17
2.3.4	Toteutussuunnittelu.....	18
2.3.5	Hankintoja palveleva suunnittelu	19
2.3.6	Työmaatoteutus.....	19
2.3.7	Vastaanotto	19
2.4	Rakennuskohteen aikataulu ja jaottelu	20
2.4.1	Aikataulu	20
2.4.2	Rakennusosien jaottelu lohkoittain ja kerroksittain	20
3	TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	23
3.1	Taustat ja tarkoitus.....	23
3.2	Tutkimuksenmenetelmät	23
4	TIETOMALLIN ASENNUSJÄRJESTYKSEN VAIHEISTUS.....	24
4.1	Kohde.....	24
4.2	<i>Model Organizer</i>	25
4.3	<i>Task Manager</i>	26
4.4	Visualisointi projektin etenemisestä	27
4.5	Web-malli	32
4.6	Ohjeistukset.....	38

4.6.1 Laadintaohje toimistolle	38
4.6.2 Käyttöohje työmaalle	38
5 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	39
5.1 Tulokset.....	39
5.2 Johtopäätökset	40
LÄHTEET	42

LIITTEET

Liite 1 Laadintaohje asennusvaiheistuksesta

Liite 2 Työmaaohjeistus Tekla Web Vieweriin

1 JOHDANTO

1.1 Taustat ja tavoitteet

Tietokoneavusteinen suunnittelu on jo pitkään ollut valtavirtaa. 2D-piirtämisestä pyritään siirtymään 3D-mallinnukseen, joka sisältää kolmiulotteisen kuvan lisäksi monin tavoin hyödynnettävää tietoa, jonka vuoksi sitä voidaanakin kutsua rakennuksen tietomalliksi (BIM, Building Information Model). Tietomallin sisältämän informaation käytettävyys koskee rakennusprojektin kaikkia osapuolia sekä toimijoita rakennuksen käyttöönoton jälkeenkin. Talonrakennusala on kokonaisuudessaan siirtymässä tietomallin hyödyntämiseen ja käyttöön yhä enemmän. Tietomallin optimaalinen käyttö jokaisessa rakennusvaiheessa ei vielä toteudu, joten tietoa ja osaamista tarvitaan lisää.

Tässä työssä tutkitaan *Tekla Structures 17.0* -ohjelman (jäljempänä myös *TS*) avulla tehtävän asennusvaiheistuksen käytettävyyttä ja toimivuutta työmaalla asennuksen apuna sekä suunnittelutoimistossa asennusvaiheistuksen laadinnan näkökulmasta. Työkaluina ovat *Construction Management* -ohjelmistokokoonpanon (jäljempänä myös *CM*) eri toiminnot, joilla pystytään ohjaamaan rakentamista ja hallitsemaan malleja. Käytettävyyttä arvioidaan sekä suunnittelijan että työmaan näkökulmasta. Lisäksi tavoitteena on luoda toimiva, yksinkertainen ja helppokäyttöinen ohjeistus työmaakäyttöön sekä erillinen asennusvaiheistuksen laadintaohje suunnittelutoimistolle. Työmaalle tehdään käyttöohje *Tekla Web Viewer* -työkaluun (jäljempänä myös *TWV*), johon asennusvaiheistetusta mallista viedään työvaiheiden etenemistä kuvaavia näkymiä. Toimistolle tehtävän laadintaohjeistuksen tavoitteena on käyttökelpoisuus ja selkeys. Sen avulla voidaan laatia valmiiseen malliin asennusvaiheistus käyttäen *TS:n* eri työkaluja.

Mallin asennusvaiheistuksen visualisointiesitys viedään *TWV:iin*. *TWV* valittiin *Insiinööri-toimisto Controlteam Oy:n* vastaavista tietomallipohjaisista rakennusprojekteista saadun kokemuksen perusteella. *TWV* on tarpeeksi yksinkertainen ohjelma, jotta se hyödyttää myös niitä jotka kokevat tietomallinnusohjelmien käytön hankalana tai eivät ole vielä tutustuneet ohjelmien käyttöön.

1.2 Tilaaja

Työn tilaajana toimii *Insinööritoimisto Controlteam Oy* Jyväskylässä. Yrityksen toimialoina ovat rakennuttaminen, rakennesuunnittelu, korjaussuunnittelu sekä sisäilmapalvelut. Jyväskylän toimiston palveluksessa toimii tällä hetkellä 24 henkilöä. Controlteam -yhtiöillä on toimipaikat Jyväskylän lisäksi myös Kuopiossa, Mikkelissä ja Kouvolassa. Kaikkien toimipaikkojen yhteishenkilöstömäärä on 53 henkilöä.

2 TIETOMALLINTAMINEN

Mallinnus ja tietomallin käyttö on nykyaikaa ja käyttö yleistyy jatkuvasti. Kuitenkin vain pieni osa rakennusprojekteista pystyy hyödyntämään sen kaikkia mahdollisuuksia. Erityisesti tietomallin hallinnan hyödyntämisen osaaminen, joka usein tapahtuu työmaalla, on vielä suhteellisen harvinaista. Siirtyminen täysin tietomallipohjaiseen rakennusprosessiin vaatii paljon resursseja. Teknologia ei ole vielä ”kypsää” ja pienet toimijat rakentamisen pitkässä ketjussa eivät pysty siirtymään mallipohjaiseen toimintaan. Ennen kaikkea tietomallipohjaisen rakentamisen kehityksen tiellä on osaamisen puute. Vuonna 2010 esitetty arvio siitä milloin päästäisiin todelliseen projektin mallintamiseen on aikaisintaan viiden vuoden kuluessa. (Hellsten 2010.)

Tietomallintaminen mahdollistaa paremman rakennushankkeen tiedon hallinnan hankkeen jokaisessa vaiheessa verrattuna perinteisiin piirustuksiin. Tietomallin avulla rakennushankkeen tiedon tallentaminen ja siirto on mahdollista tehdä luotettavammin ja monikäyttöisemmin eri osapuolten välillä. Keskeisimpänä syynä tietomallintamiseen käyttöön on sen tuoma lisäarvo koko suunnittelu- ja rakennusprosessille. Rakennushankkeen kokonaisvaltaisen hallinnan parantuminen on erityisesti lisäarvoa tuottava seikka. (Valjus, Varis, Penttilä & Nissinen 2007, 7-9.)

Onnistunut tietomallinnushanke vaatii hankekohtaisiin tavoitteisiin vastaamista. Yleiset tietomallivaatimukset asettavat yleiset tavoitteet, joiden pohjalta määritellään projektikohtaiset tavoitteet. Tavoitteiden avulla määritetään mallinnuksen painopistealueet. Asetetut tavoitteet vaikuttavat mallien vaatimuksiin ja niiden vaiheistukseen. Tietomallinnettuihin rakennushankkeisiin yleisesti asetettuja tavoitteita ovat Henttisen (2012 osa 1, 5) mukaan

- hankkeen päätöksentekoprosessien tukeminen
- hankkeen eri osapuolien sitouttaminen tavoitteisiin mallin avulla
- suunnitelmien havainnollistaminen
- suunnittelun ja suunnitelmien yhteensovittamisen helpottuminen
- rakennusprosessin ja lopputuotteen laadun paraneminen
- työmaan prosessien tehostuminen
- hankkeen kustannus ja elinkaarianalyysien tukeminen
- hankkeen tietojen siirron helpottuminen käytönaikaiseen hallintaan

2.1 Tietomalli

Rakennuksen tietomalli on kolmiulotteinen kuvaus suunnitellusta kohteesta, joka sisältää geometria- ja sijaintitiedon lisäksi tietoa malliin sisältyvien erillisten rakennusosien ominaisuuksista. Lopullinen rakennuksen tietomalli on rakennusprosessin elinkaaren aikana muodostunut tietokokonaisuus. Malliin voidaan myös sisällyttää rakennusprojektin aikahallinnointiin liittyvää tietoa, jolloin puhutaan 4D-tietomallista. (Sulankivi, Mäkelä & Kiviniemi 2009, 5.)

2.1.1 Tietomallipohjainen suunnittelu

Tietomallipohjaisella suunnittelulla pyritään suunnitteluprosessin tehostamiseen parantamalla yleisesti rakentamisen laatua ja tuottavuutta. Tieto on myös paremmin hallittavassa muodossa kuin perinteisiä piirustuksia käyttäessä. (Valjus ym. 2007, 8,10.) Erityisesti arkkitehtisuunnittelu on tietomallipohjaisen suunnittelun perusta ja mallia tarvitaankin projektin jokaisessa vaiheessa. Arkkitehdin mallin oikeellisuus on ensiarvoisen tärkeää, sillä se toimii pohjana muiden suunnittelijoiden malleille kuin myös erilaisille simuloinneille ja analyyseille. (Henttinen 2012. Osa 3, 5.)

Kuitenkin tietomalleihin tuotettu tietosisältö poikkeaa suunnittelualan mukaan. Rakennesuunnittelijan tuottamaa suunnittelumallia voidaan kutsua rakennemalliksi. Rakennesuunnittelijan tehtäviin kuuluu mallintaa rakennemalliin kaikki kantavat rakenteet sekä ei-kantavat betonirakenteet. Myös koon ja sijainnin puolesta merkittävät rakennustuotteet, joilla on merkitystä muille suunnittelijoille, tulee mallintaa. Tärkeää on pyrkiä mallintamaan rakenteet kyseiselle osalle tarkoitettulla mallinnustyökalulla, jotta rakennusosan sisältämät tiedot säilyvät oikeanlaisena myös, jos mallista tehdään esim. IFC-tiedosto. (Kautto 2012. Osa 5, 4,6.)

Tietomallien yhteiskäyttöä varten on laadittu yleinen standardi IFC (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen, sovelluksista riippumaton tiedonsiirtomuoto. Se mahdollistaa eri sovellusten kesken tapahtuvan tiedonsiirron. IFC toimii nimenomaan rakentamisen ja kiinteistöpidon piirissä. (Sulankivi ym. 2009, 5.)

2.1.2 Tietomallin havainnollistaminen

Tietomallien havainnollistamisen avulla voidaan kartoittaa hankkeen erilaisia ratkaisuja analysoimalla ja vertailemalla niitä keskenään. Havaintomateriaali on usein myös sellaisessa muodossa, että mallin sisällä ”voidaan liikkua” tai kuva voi olla liikkuvaa. Havainnollistaminen toimii myös suunnittelun johtamisen ja ohjauksen tukena. (Henttinen & Vara 2012. Osa 8, 5.)

Havainnollistaminen parantaa kommunikointia kaikkien rakennusprojektin osapuolten välillä. Olennaisia hyötyjä ovat vuorovaikutuksen lisääntymisen lisäksi laadun optimointi, eri ratkaisuvaihtoehtojen vertailun ja päätöksenteon helpottuminen. Havainnollistamisen avulla tuotettava tieto on ymmärrettävämpää, loogisempaa ja laadukkaampaa ja se antaa paremman kuvan suunnitelmasta. Suunnittelijoiden vastuulla on tietomallien toimivuus. Korkeatasoisten visualisointien luominen vaatii yleensä tietomallin lisätyöstöä. Tietomallin paikkansa pitävyys on tärkeää, kun sitä käytetään havainnollistamisessa. (Henttinen & Vara 2012. Osa 8, 5-6,8.)

Havainnollistaminen toimii apuna suunnittelijoille omassa suunnittelutyössä, eri suunnittelijoiden mallien yhteensovittamisen tarkasteluissa sekä työmaalla havainnollistamaan esimerkiksi työvaiheiden etenemistä. Tuotannonsuunnittelussa havainnollistaminen toimii nykyään pääasiassa välineenä elementtien asennusaikataulun 4D-simuloinneissa. (Sulankivi ym. 2009, 25–26). Tietomallit voivat sisältää tietoa investointikustannuksista, toimivuudesta sekä myös elinkaarikustannuksista ja ympäristövaikutuksista (Henttinen & Vara 2012. Osa 8, 5).

Valokuvamainen visualisointi ja tekninen havaintomateriaali ovat havainnollistamisen kaksi erilaista päämuotoa. Visualisointi pyrkii mahdollisimman realistiseen lähes valokuvamaiseen kuvaan kohteesta ja sen laatuvaatimukset ovat usein hyvinkin korkeat. Tekninen havaintomateriaali pitää sisällään lähinnä rakenteelliseen hahmottamiseen tarvittavat oleelliset tekijät ja näin oikeat materiaalimerkinnot tms. realistiset valokuvamaiset elementit ovat toissijaisia. Mallissa eri rakennusosat näkyvät eri värein olettaen, että ne on mallinnettu oikein. Se helpottaa havainnollisuutta ja yhdenmukaistaa saman suunnittelualan malleja. (Henttinen T. & Vara J. 2012. Osa 8, 5-6.) Visualisoinnin pohjana voidaan pitää myös ns. yhdistelmämallia johon on yhdistetty eri suunnittelualojen tuottamia malleja IFC-tiedonsiirtoformaattia hyväksi käyttäen. (Henttinen & Vara 2012. Osa 8, 8-9.)

Teknisessä havainnollistamisessa on tärkeää että eri suunnittelualojen edustajat mallintavat objektit oikeilla työkaluilla, jotta oikeat värikoodit ja muut suunnittelualakohtaiset tiedot tallentuvat osiin oikein. Näin eri katselu- ja laadunvarmistusohjelmat pystyvät tunnistamaan eri suunnittelijoiden mallit toisistaan, kun niistä muodostetaan yhdistelmämalli. (Henttinen & Vara 2012. Osa 8, 10.)

Esteettinen visualisointi on tärkeää hankkeen alkuvaiheessa, kun kohteen arkkitehtuuri ei ole saanut vielä lopullista muotoaan. Sen avulla voidaan määritellä arkkitehtoniset tavoitteet. Suunnitelman tarkennuttua esteettistä visualisointia käytetään kohteen esittelyihin ja markkinointiin. Visualisointia varten tehty malli ei välttämättä sisällä laisinkaan kohteen muodon ja pintamateriaalien lisäksi muuta tietomallin sisältämää tietoa. (Henttinen & Vara 2012. Osa 8, 12.)

2.2 Tekla Structures

Tekla Structures on rakennusalan tietomallinnukseen käytettävä *BIM-ohjelmisto*. Sen avulla voidaan tehdä ja hallita kolmi- ja neliulotteisia rakennemalleja, jotka on tarkasti detaljoituja ja tukevat rakentamisen eri prosesseja. Tietomallia voidaan hyödyntää kaikissa suunnittelun ja rakennushankkeen vaiheissa aina luonnosvaiheesta valmistukseen, pystytykseen ja rakentamisen hallintaan asti.



KUVA 1. *Tekla Structures* –ohjelmistokokoonapanot. (Teklan www-sivu) Lupa kuvan käyttöön saatu.

TS-ohjelmisto tarjoaa joukon ohjelmistokokoonpanoja erilaisiin käyttötarkoituksiin (kuva 1). (Teklan www-sivu. 2012.)

2.2.1 *Construction Management*

Construction management -ohjelmistokokoonpanon eri työkalujen avulla rakennusprojektia voidaan hallita ja seurata. Ohjelmistokokoonpano on tarkoitettu erityisesti työmaan ohjaukseen ja rakentamisen hallintaan. Sen avulla voidaan tarkastella rakennuksen projektitietoja, rakenteeseen liittyvää liiketoiminnallista ja prosessitietoa.

CM eri työkalut mahdollistavat Teklan [www](http://www.tekla.com)-sivujen (2012) mukaan

- *Tekla Structures* -ohjelmalla tehtyjen tietomallien tarkastelun
- asennusjärjestyksen määrittelyn
- rakennusvaiheiden aikataulujen hallinnoinnin ja määrittelyn
- aikataulun simuloinnin (4D)
- ajastettujen tehtävien liittäminen mallin objekteihin
- eri suunnittelijoiden mallien yhteensopivuuden tarkastelun ja vertailun sekä niiden törmäystarkastelun
- referenssimallin tietojen raportoinnin.

2.2.2 *Model Organizer*

Model Organizer -työkalua voidaan hyödyntää rakentamisen suunnitteluun ja hallintaan. Sen avulla voidaan hallita ja tarkastella mallissa olevia erilaisia loogisia alueita ja objektityyppejä. Tiedon voi luokitella tarpeen mukaan. Suuri malli voidaan jakaa pienempiin loogisiin osiin tai lohkoihin, kerroksiin tai erillisiin objekteihin, kuten rakennusosiin, mikä auttaa rakennusaikataulujen luomisessa, tavaraerien tilauksissa ja asennuksen vaiheistuksessa. (Tekla extranetin [www](http://www.tekla.com)-sivusto. 2012.)

2.2.3 *Task Manager*

Task Manager -työkalu on pääasiassa urakoitsijoille, aliurakoitsijoille ja projektipäälliköille suunnattu sovellus. Se mahdollistaa aikasidonnaisten tietojen liittäminen *Teklan* 3D-malleihin ja jonka avulla koko hankkeen aikainen aikataulun hallinta eri rakennusvaiheissa ja tasoissa mahdollistuu. (Tekla extranetin [www](http://www.tekla.com)-sivusto. 2012.)

Task Managerin avulla voidaan luoda, tallentaa ja hallita aikataulutettuja tehtäviä ja linkittää ne niitä vastaaviin rakennusosiin mallissa. Tämä mahdollistaa mallista otet-

tavien erilaisten muokattujen näkymien ja kattavien 4D-simulaatioiden teon rakennusprojektin etenemisestä. (Tekla extranetin www-sivusto. 2012.)

2.2.4 *Tekla Web Viewer* ja *Tekla BIMsight*

Tekla Web Viewer -työkalu on tarkoitettu 3D-mallin katseluun. Se on yksinkertainen ja ilmainen katselusovellus mallinnetun kohteen tarkasteluun ja esittelyyn Internet-selaimen kautta, vaikkei käytössä olisikaan *TS*-ohjelmistoa. *TWV* sisältää erilaisia toimintoja, joka helpottaa mallin liikuttelua ja mallissa liikkumista. Mallista voidaan tulostaa myös vedoksia mistä tahansa kuvakulmasta. (Teklan www-sivusto 2012.) Työmaakäyttöön ohjelma soveltuu havainnollistamisvälineeksi asennuksen ja sen ohjauksen tueksi. Toimintoja on riittävästi tarkoitukseen, mutta yhtenä suurena puutteena voidaan mainita mittatyökalun puuttuminen. Mittatyökalu voisi kannustaa web-mallien käyttöön ja mahdollisesti tekisi 2D-asennuskuvat tarpeettomiksi. Kuitenkin ohjelman valinta on perusteltua helppokäyttöisyyden vuoksi.

TWV-työkalusta on tehty myös kehittyneempi versio *Tekla BIMsight*. Se sisältää huomattavasti enemmän ominaisuuksia ja informaatiota, mutta se on myös monimutkaisempi ohjelma käyttää ja vaatisi erillistä perehtymistä. Tosin *Tekla BIMsight* mahdollistaa myös tietojen yksityiskohtaisemman tarkastelun sekä eri suunnittelijoiden mallien tuomisen sovellukseen käyttäen esimerkiksi IFC-tiedonsiirtomuotoa. Ennen kaikkea *Tekla BIMsight* on väline projektiyhteistyölle kaikkien projektiin osallistuvien tahojen kesken ja sen avulla eri tahot voivat keskustella projektin yksityiskohdista. (Teklan www-sivusto 2012.)

2.2.5 Käytettävyys ja *Tekla Web Viewer*

Tässä työssä käytettävyydellä tarkoitetaan helppokäyttöisyyttä ja tuotteen soveltuvuutta käyttötarkoitukseensa. Tietotekniikan käytettävyyden uranuurtajan Jakob Nielsenin vuonna 1993 luoman (Mustaniemi 2009) lähestymistavan mukaan järjestelmän kelpoisuus syntyy käytettävyydestä ja hyödyllisyydestä. Hyödyllisyydessä on kysymys siitä, kuinka tuotteen toiminnallisuus vastaa käyttötarkoitustaan ja käytettävyydessä, kuinka hyvin käyttäjä voi toteuttaa tätä toiminnallisuutta. Tähän asiaan viittaa Routio (2007) artikkelissaan Vuorovaikutteinen tuotteen käytettävyys, joka on lyhenelmä Keinosen alkuperäisestä artikkelista. Alkuperäinen artikkeli on ilmestynyt vuonna 1998 Turkka Keinosen toimittamassa teoksessa *One-dimensional usability* -

influence of usability on consumers' product preference. Käytettävyyttä voidaan arvioida viiden eri tekijän kautta (Immonen 2003, 9):

- *Opittavuus*, mittaa sitä aikaa minkä aloittelija käyttää ohjelman kohtuulliseen omaksumiseen.
- *Tehokkuus*, tarkoittaa ohjelman käytön tehokkuutta kokeneella käyttäjällä.
- *Muistettavuus*, tarkoittaa käyttäjän käyttötavoista huolimatta, ohjelman käyttötavan muistamista ilman kaiken uudelleen opettelua.
- *Virheensieto*, pyrkii systeemin virheettömyyteen ja käyttäjän virheistä systeemin helppoon toipumiseen.
- *Miellyttävyys*, tarkoittaa käyttäjän subjektiivista mieltymystä tuotteen käyttöön.

Tekla Web Viewerin käytettävyyden arviointi Nielsenin lähestymistavan mukaan, voidaan tässä tapauksessa tehdä lähinnä subjektiivisesta näkökulmasta.

- Opittavuus *TWV:n* kohdalla on hyvä. Uutena käyttäjänä ohjelman käytön omaksui helposti ja nopeasti. Ohjelma on havainnollinen ja toiminnot ovat selkeästi havaittavissa ja tarpeen vaatiessa myös lisäohjeistukset ovat helposti löydettävissä. Ongelmia voi ilmetä, ennen itse ohjelman käyttöä, tietoteknisten asetusten säädössä. Nämäkin ongelmat toki ratkeavat ohjeistuksen avulla.
- Kokenut käyttäjä pystyy ohjelmalla tehokkaaseen työskentelyyn.
- Ohjelman käyttötavan muistettavuus on hyvä. Ohjelma on yksinkertainen ja muistettavia asioita ei ole liikaa.
- Ohjelmaa käytettäessä on vaikeaa tehdä sellaisia virheitä, että systeemi menisi sekaisin. Ohjelma itsessään sisältää puutteita, muttei niinkään virheitä.
- Miellyttävyys tekijä on luultavimmin suurin este ohjelman käytölle. Asenteiden ja tottumusten muuttaminen yleisesti uusien ohjelmien käyttöön on suuri haaste.

Nielsenin arviointikriteerien mukaan ohjelman käytettävyys on hyvä.

2.3 Mallit rakennusprojektin eri vaiheissa

Tietomallinnus kattaa ainoastaan osan hankkeen suunnittelutyöstä ja perinteisiä asiakirjoja tuotetaan edelleen mallinnuksen ohella. Jo tarjouspyyntövaiheessa tulisi määritellä tietomallien käytön laajuus. Ennen kuin hankkeelle valitaan suunnittelijat, olisi tärkeää määrittää projektin tietomallintamistavoitteet ainakin valtaosin. Näin voidaan varmistua siitä, että valittu suunnittelija pystyy vastaamaan asetettuihin tavoitteisiin. (Henttinen 2012. Osa 1, 6.)

Tietomallin käyttöä rakennusprosessin kannalta voidaan tarkastella seitsemän eri vaiheen kautta. Nämä vaiheet ovat käynnistysvaihe, ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu, toteutussuunnittelu, hankintoja palveleva suunnittelu, työmaatoteutus ja vastaanotto. Tietomallinnuksen näkökulmasta tehty vaihejako kuvaa mallin tehtäviä kyseisessä osiossa. (Henttinen 2012. Osa 1, 11.)

2.3.1 Rakennushankkeen käynnistysvaihe

Rakennushankkeen käynnistysvaihe sisältää tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheen. Tarveselvitys kartoittaa omistajan ja käyttäjän vaatimuksia kiinteistön tarpeista ja tavoitteista. Näiden tietojen pohjalta voidaan arvioida vaihtoehdot ja tehdä päätökset toimintamallista päämäärien saavuttamiseksi. Tarveselvitysvaiheessa tehdään vaatimusmalli, joka käytännössä sisältää ainakin kohteen keskeisimmät tilavaatimukset, jotka voivat olla vielä taulukkomuodossa. Tässä vaiheessa tietomallilla on harvoin geometrista muotoa. (Henttinen 2012. Osa 1, 11-12.)

Toisaalta myös tärkeimmät rakennushankkeen päätökset tehdään usein juuri hankkeen alkuvaiheessa. Tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheet ovat tärkeitä koko suunnitteluprosessissa ja ne antavat lähtötiedot koko suunnitteluprosessille. Vaiheet antavat päätöksenteon kannalta oleelliset tiedot kohteen laajuudesta ja sen tiloille asetettavien vaatimusten kautta, vaikkei varsinaisia suunnitelmia yleensä tässä vaiheessa vielä ole. (Henttinen 2012. Osa 1, 11.)

Projektin vaatimusten käsittely tapahtuu tarveselvitysten pohjalta, jotka tehdään suunnittelun aloittamista varten. Mallipohjaiseen työhön ei vielä ole mahdollista tai edes mielekästä liittää suorasti kaikkea hankkeeseen liittyvää tavoitetietoa, esimerkiksi tavoitebudjettia tai aikataulua. (Henttinen 2012. Osa 1, 12.) Sen sijaan viranomaisvaatimusten liittäminen tietomalleihin olisi suunnitelmien läpi käymisen kannalta

erittäin suositeltavaa, mutta se ei vielä Suomessa ole mahdollista. Asiaa kuitenkin kehitetään yhdessä eri viranomaistahojen kanssa. (Henttinen 2012. Osa 1, 13.)

2.3.2 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheessa etsitään parasta mahdollista ratkaisua erilaisten karkealla tasolla olevien suunnitelmaluonnosten joukosta ja käydään läpi erilaisia vaihtoehtoisia ratkaisuja. On tärkeää pitää huolta siitä, että eri suunnittelijoiden ajan tasalla olevat mallit ovat muiden saatavilla. (Henttinen 2012. Osa 1, 13)

Ehdotussuunnittelussa tilaajan tehtäviä ovat suunnittelun ohjaus, eri mahdollisuuksien vertailu sekä rakennuksen tulevan käyttäjän kanssa yhteistyössä parhaan vaihtoehdon seulominen seuraavaa vaihetta ajatellen. Eri ratkaisujen vertailua nopeuttaa kolmiulotteinen mallinnus ja visualisointi. Ne tuovat suunnitelmat konkreettisemmalle tasolle ja kaikille projektin osapuolille syntyy yhtenäinen käsitys vaihtoehtoisista suunnitelmista. Hankkeen alkuvaiheessa tehtävä kattava vertailu on kallisarvoista, sillä silloin voidaan vielä puuttua isoihinkin muutoksiin ilman että kustannukset nousisivat kohtuuttomasti tai laatu kärsisi. (Henttinen 2012. Osa 1, 13.)

Lähtötilanteen mallinnus tehdään tässä vaiheessa. Se tarkoittaa joko uudisrakennuksen rakennuspaikan tai korjausrakentamiskohteen olemassa olevan rakennuksen (inventointimalli) mallinnusta. (Henttinen 2012. Osa 1, 14.)

2.3.3 Yleissuunnittelu

Luonnossuunnitteluvaihe sisältää ehdotusvaiheessa valitun perusratkaisun kehittämisen, joka on päivitetty tilaajan tarpeiden mukaiseksi. Tässä vaiheessa viimeistään myös muut suunnittelijat aloittavat työskentelyn. Tärkeää on ottaa huomioon looginen työn eteneminen ja saumaton yhteistyö eri suunnittelijoiden välillä. Tätä edes auttaa suunnittelijoiden ajan tasalla olevien mallien saatavuus. (Henttinen 2012. Osa 1, 15.)

Prosessin edetessä mallien tarkkuus paranee ja havainnollistamismahdollisuudet kasvavat. Luonnossuunnitteluvaiheessa mallin tarkkuuden on riitettävä rakennusluvan hakuun tarvittavien piirustusten tuottamiseen. Tehtyjen mallien virheettömyys tarkastetaan ja niiden välillä tehdään yhteistarkasteluja. Mallintaen tehtävä tekninen suunnittelu vaatii tässä vaiheessa ainakin rakenteiden ja järjestelmien tilatarpeiden visuaaliset törmäystarkastelut. (Henttinen 2012. Osa 1, 16.)

2.3.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa malleihin tuotettava tieto on tarkkuustasoltaan oleellisesti korkeampaa, kuin aikaisemmissa vaiheissa. Myös suunnittelijoiden keskinäinen vuorovaikutus tulee olla taajempaa ja suunnittelijoiden ajantasaisten mallien saatavuus tulee varmistaa noin viikon välein tehtävällä päivityksellä tallentamalla mallit esimerkiksi projektipankkiin. (Henttinen 2012. Osa 1, 17.)

Suunnitelmien hyväksyminen ja suunnittelun ohjaus tapahtuu tilaajan toimesta. Tietomallien yhtenä etuna on sen eri osapuolten välisen kommunikoinnin ja päätöksenteon tukeminen ja helpottuminen visualisoinnin ja analyysien avulla. Hyväksytyt toteutussuunnitelmat ovat siinä laajuudessa, että niiden avulla pystytään siirtymään hankkeen valmisteluvaiheeseen ja urakkatarjouskyselyihin. Kuten perinteisessä asiakirjapohjaisessa suunnittelussakin, niin myös tietomallisuunnittelussa suunnittelua täydennetään rakennusvaiheessa. Korkeatasoisemman havainnollistamisen parempi hyödynnettävyys on mahdollista toteutussuunnitteluvaiheessa, sillä silloin mallin tiedot ovat riittävät verrattuna aikaisempiin vaiheisiin. (Henttinen 2012. Osa 1, 17–18.)

Suunnittelijoiden malleista voidaan edelleen tehdä yhdistelmämallia, mikä osallaan parantaa suunnitelmien havainnollistamista sekä auttaa varmistamaan suunnitelmien yhteensopivuuden. Toteutussuunnitteluvaiheessa tuleekin tarkastaa tietomallien ja suunnitelmien ristiriidattomuus ja rakennettavuus. Erityisen tärkeänä tekijänä tietomallipohjaisessa suunnittelussa pidetään työmaavirheiden ennaltaehkäisyä. (Henttinen 2012. Osa 1, 18.)

Mallipohjaisten määräluetteloiden pohjalta tehdään kustannusarvioita, joita hyödynnetään myös urakkatarjousvaiheessa. Näiden määräluetteloiden lisäksi joudutaan käyttämään myös perinteistä laskentamenetelmää sillä mallinnukseen ei vielä voida sisällyttää kaikkea tarvittavaa tietoa. Energiankulutussimuloinneista ja elinkaarikustannuslaskelmista voidaan toteutussuunnitteluvaiheessa tarkentuneiden suunnitelmien ansiosta tehdä lopulliset versiot, joita verrataan käytön aikana tapahtuvaan toteumaan. (Henttinen 2012. Osa 1, 18.)

2.3.5 Hankintoja palveleva suunnittelu

Hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheessa tietomallien, visualisointien ja malleista tuotetun muun informaation on tarkoitus helpottaa tarjousten tekijöiden työtä ja rakennustyön alustavaa suunnittelua. Urakoitsijat pystyvät tutustumaan kohteeseen tietomallien avulla paremmin. (Henttinen 2012. Osa 1, 19.)

Tietomallin hyödyntäminen työn suunnitteluun ja aikataulutukseen tehdään 4D-ohjelmistoja apuna käyttäen, joilla on mahdollista testata erilaisia aikataulu- ja toteutusvaihtoehtoja. (Henttinen 2012. Osa 1, 19.)

2.3.6 Työmaatoteutus

Mallien visuaalisuuden hyödyntäminen on tärkeimpiä tietomallien käyttötapoja työmaalla. Visuaalisuuden hyödyntämisen tärkeimpiä käyttökohteita ovat kohteeseen ja rakenteisiin perehtyminen, työjärjestyksen suunnittelu ja töiden yhteen sovittaminen. (Henttinen 2012. Osa 1, 19.)

Määrälaskija voi hyödyntää tietomallin tietoja kuitenkin edellyttäen, että mallinnus on virheetöntä ja tehty oikein. Sen etuina ovat tarkkuus ja päällekkäisen työn väheneminen, kun mallista saadaan suoraan tuotettua määräluettelot. Tämä parantaa rakennusprojektin tuottavuutta. Tietomallipohjaisen aikataulun tehtävänä on täydentää rakentamisaikataulua ja etenkin ottaa huomioon kohteen aikataulullisesti kriittiset rakenteet. Aikataulun toteumatietoa voidaan lisätä malliin joka havainnollistaa asennuksen reaaliaikaista etenemistä. (Henttinen 2012. Osa 1, 19.)

2.3.7 Vastaanotto

Rakennusvaiheessa tietomalleista tuotetaan toteumamallit ja huoltokirja. Tietomallihankkeen päättyessä tulee varmistaa, että mahdolliset rakennusaikana tehdyt muutokset on päivitetty projektin kaikkiin tietomalleihin niin että tietomallit ja toteutunut rakennus vastaavat toisiaan. Toteumamalli tarkoittaa siis sitä, että tietomalli vastaa toteutunutta lopputulosta (as-built). (Henttinen 2012. Osa 1, 20.)

2.4 Rakennuskohteen aikataulu ja jaottelu

2.4.1 Aikataulu

Rakennushankkeen aikataulu suunnitellaan vastaamaan todellista työn toteutumaa lähtötietoihin pohjautuen. Suunnitellun aikataulun tarkoituksena on asettaa tavoitteet koskien tehtävien kestoa ja työvoiman käyttöä. Rakennushankkeen kokonaisaikataulu, josta rakennuttaja vastaa, koskee koko rakennusprojektia hankesuunnittelusta aina käyttöönottovaiheeseen asti ja se kuvaa koko hankkeen etenemisen. (Mäki, Olenius, Koskenvesa 2003. 18). Hankkeen aikataululla ohjataan mitä tehdään, missä ja kenen toimesta niin, että asetetut tavoitteet voidaan saavuttaa (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. 6).

Tarjousvaiheessa kohteesta laaditaan alustava yleisaikataulu. Se laaditaan tarjouspyyntöasiakirjojen pohjalta. Se on yleensä vain karkea suunnitelma ja sen on tarkoitus selvittää päätyövaiheet, jotka ohjaavat työn etenemistä. Alustavan yleisaikataulun avulla voidaan arvioida esimerkiksi aikataulun kireyttä, vaadittavien välitavoitteiden saavuttamista ja henkilöstö ja kalustoresurssien tarvetta. Urakkaneuvotteluissa se voidaan liittää myös osaksi rakennuttajan ja toteuttajan välistä sopimusta. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. 43.)

Alustavassa yleisaikataulussa määritetään työvaiheille ja tehtäville aloitus- ja valmistumisajankohdat. Myös välitavoitteet, valmistumispäivä arviot ja toteutuksen kannalta merkittävät tavoitteet esitetään. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. 44.)

Toteutusta työmaalla ohjaava yleisaikataulu tai työaikataulu on tarkempi kuin alustava yleisaikataulu. Sen tarkoituksena yhteen sovittaa työmaan ja eri urakoitsijoiden työt. Työaikataulussa suunnitellut tehtävät ovat tarkempia ja ne jaetaan lohkoihin tai osatehtäviin. Työaikataulu on perustana muille työmaalla käytettäville aikatauluille, kuten rakentamisvaihe- ja viikkoaikataululle. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. 45.)

2.4.2 Rakennusosien jaottelu lohkoittain ja kerroksittain

Rakennuskohteen osakohteisiin jakaminen voi tapahtua usealla eri tavalla. Suuret kohteet voidaan jakaa ensin lohkoihin, jotka voidaan jakaa vielä pienempiin osai- tai työkohteisiin. Kohteen jakamisen tarkoituksena on rakennusvaiheiden aikataulun tiivistäminen tehtävien järkevällä limityksellä, niin että yhden rakennusvaiheen (vaihe

1) loppuun saattaminen lohkoissa 1 mahdollistaa samaisessa lohkoissa jo seuraavaan rakentamisvaiheeseen siirtymisen, vaikka muut kohteen lohkot jatkaisivatkin vaihe 1 parissa. Toisena hyödynnettävänä etuna on aikataulun häiriöherkkyyden väheneminen, kun kohteen jaolla pystytään pidentämään eri tehtävien aloitusvälejä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. 71; 73.)

Lohkot muodostuvat tyypillisesti sellaisista rakennuksen osista joiden työt tehdään valmiiksi yhtenä kokonaisuutena. Ne voivat muodostua myös osista, jotka ovat poikkeavia suunnitteluratkaisuiltaan, sijainniltaan, tuotantotekniikaltaan tai kerrosluvultaan. Lohkojaon perusteina voi olla osien eriaikainen käyttöönottoarve, erikoistilat ja tonttiolosuhteet. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. 73). Lohkojako tehdään pystysuunnassa niin, että sitä rajaavat moduulilinjat, liikunta- tai työsaumat. Lohkojako tulisi toteuttaa niin, että jokainen erillinen lohko on kuten itsenäinen rakennuskohde niin suunnittelultaan kuin toteutukseltaan. (Mäki ym. 2003. 21.)

Rakennesuunnittelijan mallissa rakenteet mallinnetaan kerroksiin ja lohkoihin rakentamisjärjestyksen mukaisesti. Rakennemallit voidaan joutua jakamaan osiin, erityisesti suurissa kohteissa. Kerrosjaottelu tapahtuu siten, että omaan kerrokseensa kuuluvat kantavat seinät ja pilarit ja yläpuolinen välipohja. Useiden kerrosten läpimenevät rakenteet mallinnetaan ehjänä kerrosten läpi sellaisina kuin ne todellisuudessaakin ovat. Tällaiset rakenteet liitetään alimpaan kerrokseen missä ne esiintyvät. (Henttinen & Vara 2012. Osa 8, 6-7.)

Lohkojen työvaiheiden suoritusjärjestystä pyritään tehostamaan soveltamalla ns. Hossin sääntöä. Se perustuu siihen, että ensimmäisenä työ aloitetaan siitä lohkoista, jonka perustus- ja runkovaiheen kesto on lyhin ja viimeiseksi lohkoksi jätetään se, jossa sisätöiden valmistusvaiheen kesto on lyhin jäljellä olevista lohkoista. (Mäki ym. 2003. 21). Laajennettu Hossin sääntö perustuu työvaiheiden kestojen välisiin suhteisiin. Ensimmäiseksi työt aloitetaan siitä lohkoista, jonka sisävalmistusvaiheen kesto suhteessa perustus ja runkovaiheen kesto on suurin ja viimeiseksi lohkoksi se, jossa suhde on pienin. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. 74.)

TAULUKKO 1. Hossin sääntö

	kesto (kk)		
	lohko A	lohko B	lohko C
perustus	3	2	3
runkovaihe	5	3	1
sisävalmistusvaihe	6	2	4

Taulukon 1. esimerkissä Hossin säännöstä työvaiheiden suoritusjärjestys menee niin, että lohko C valitaan ensimmäiseksi, koska siinä perustus ja runkovaihe ovat yhteiskestoltaan lyhyimmät. Lohko B valitaan viimeiseksi sillä sen sisävalmistusvaiheen kesto on jäljellä olevista lohkoista lyhin. Suoritusjärjestys on siis C-A-B.

3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

3.1 Taustat ja tarkoitus

Tämän työn tavoitteena on tarkastella kuinka voidaan hyödyntää tietomallipohjaisella ohjelmalla tehtävää asennusvaiheistusta työmaaympäristössä. Tavoitteena on saada aikaan toimiva ja käyttökelpoinen ohjeistus *Tekla Web Viewer* -työkalun käyttöön työmaalle. Ohjeistuksen avainasioina on helppokäyttöisyys ja yksinkertaisuus, minkä tarkoituksena on kannustaa työmaata käyttämään ja hyödyntämään laadittua ohjetta ja web-malleja. Ohjeistus sisältää myös tietoteknisen käyttöohjeen, jota molemmat osapuolet voivat hyödyntää. Toimiston omaan käyttöön tehdään asennusjärjestyksen laadintaohje eri *Tekla Structures* -ohjelmiston työkaluja apuna käyttäen.

Tutkimuskysymyksiä:

- Onko CM:n käytettävyys hyvä asennusvaiheistuksen teossa?
- Onko työmaalle laadittavasta vaiheistetusta mallista hyötyä?
- Mikä on työmaan suhtautuminen asennusvaiheistukseen ja ohjeistukseen?
- Onko asennusvaiheistuksen laadinta kannattavaa enää tulevaisuudessa?
- Tuoko asennusvaiheistuksen teko lisäarvoa suunnitteluun?

3.2 Tutkimuksenmenetelmät

Työssä käytetään lähdeaineistona kirjallisuutta sekä verkkoaineistoa. Työn tekeminen painottuu pääasiassa käytännön tietomallinnukseen, jonka avulla pyritään löytämään oikeat menetelmät hyödyntää mallia työn edellyttämällä tavalla. Työn varsinaiset lopputulokset, eli ohjeistukset, tehdään oman tietomallinnus kokeilun ja kokemuksen perusteella.

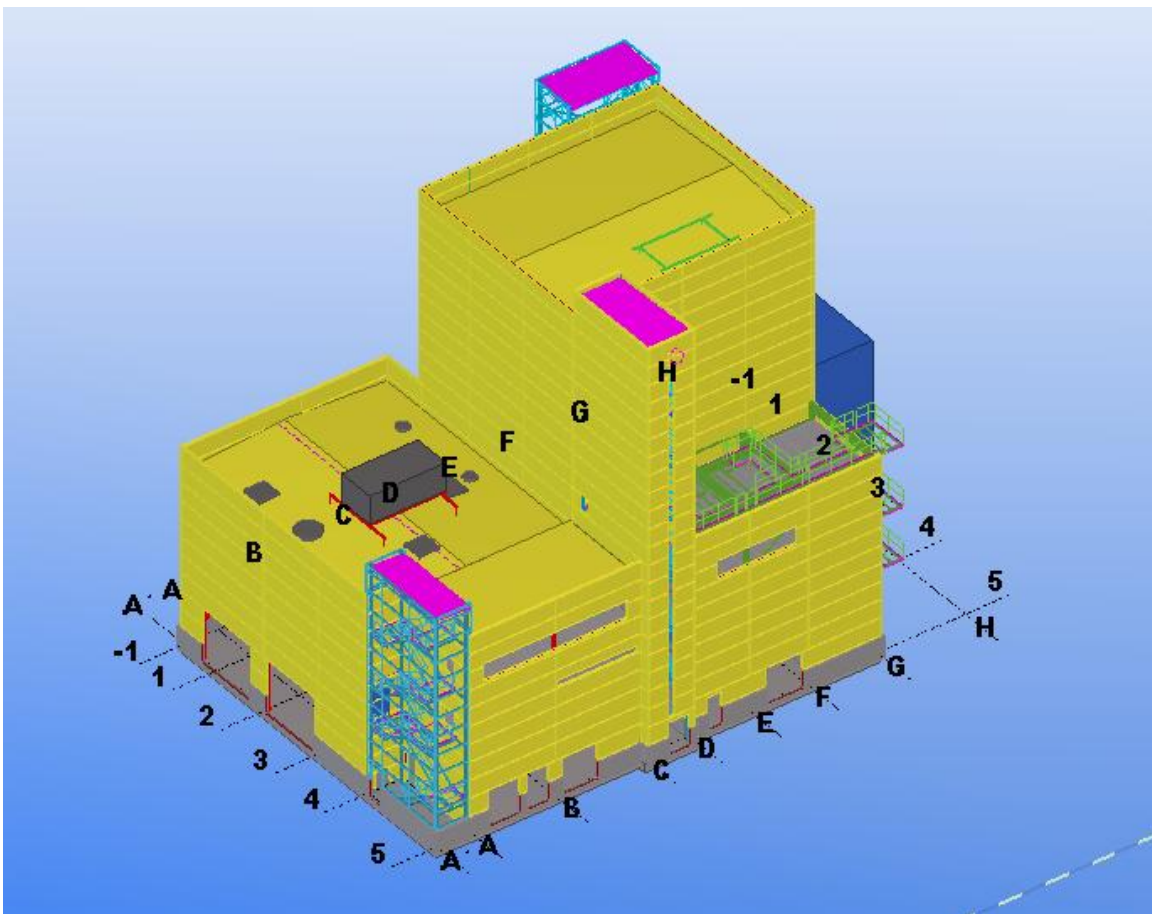
Käytettävänä ohjelmana on *Tekla Structures 17.0* -ohjelmisto sekä sen mallin katse-
luohjelma *Tekla Web Viewer*.

4 TIETOMALLIN ASENNUSJÄRJESTYKSEN VAIHEISTUS

Asennusjärjestyksen vaiheistus tehdään *Tekla Structures 17.0* -ohjelmistolla. *Tekla Web Viewer* -työkalu toimii apuna mallin ja vaiheistuksen havainnollistamisessa.

4.1 Kohde

Kohteena on *MW Powerin* Lapinlahden, Valion kattilalaitos (kuva 2). Kohteen teräsrunгон rakennesuunnittelu kuului *Controlteam:lle*. Web-malli vaiheistetaan teräsrungon osalta ja havainnollisuutta parantamaan vaiheistukseen sisällytetään myös aputilojen ontelolaatat, betonielementit ja Paroc-seinäelementit. Kohde on jaettu lohkoihin ja osakohteisiin *MW Powerilta* saadun teräsrakenteiden toimitusaikaluetelun ja rakennusteknisten töiden alustavan aikataulun pohjalta.

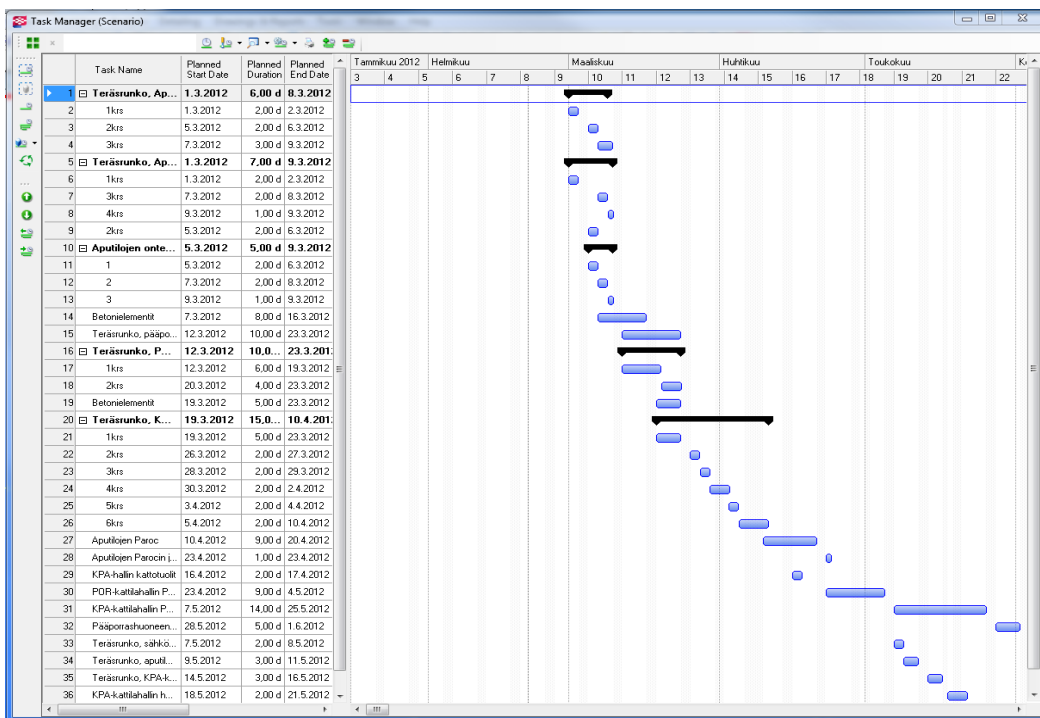


KUVA 2. Lapinlahden, Valion kattilalaitoksen malli.

4.3 Task Manager

Task Manager -työkalulla mallin osat on linkitetty aikataulutettuihin tehtäviin ja sen on tarkoitus antaa lähinnä visuaalisen esityksen avulla tukea vaiheistetulle asennukselle. *Task Managerin* avulla tuotettu 4D-simulaatio havainnollistaa rakennuskohteen etenemistä. *TWV:iin* viedyissä "vaihemalleissa" hyödynnetään *Task Managerin* ja *Project status visualization* -työkalulla tehtyä aikataulun visuaalista etenemistä.

Malli on aikataulutettu *Task Managerilla* (kuva 4) *MW Powerilta* saadun alustavan aikataulun mukaan. Web-malleihin tehtyä asennusvaiheistusta ei ole tarkoitukseen käyttää ainoana asennuksen etenemistä ohjaavana tekijänä. Saatu alustava aikataulu antaa teräsrungon osalta lohkoکوhtaaisen asennusaikataulun, eikä eritele lohkoja pienempiin osiin työkohteittain. *Task Manageriin* tehty aikataulutus on tehty hyvin pitkälti mallin ja alustavan aikataulun ehdoilla. Kaikkia asennettavia osia ei ole mallinnettu, mistä syystä saatteeksi työmaalle lähetetään lista asennusvaiheistuksessa ja näin ollen myös web-malleissa mukana olleista rakennusosista. Web-mallien sisältö on ilmoitettu omassa dokumentissaan. Simuloitu aikataulu sisältää kohteen teräsrungon ja siihen liittyvät betonielementit, aputilojen ontelolaatat sekä Paroc-elementit.



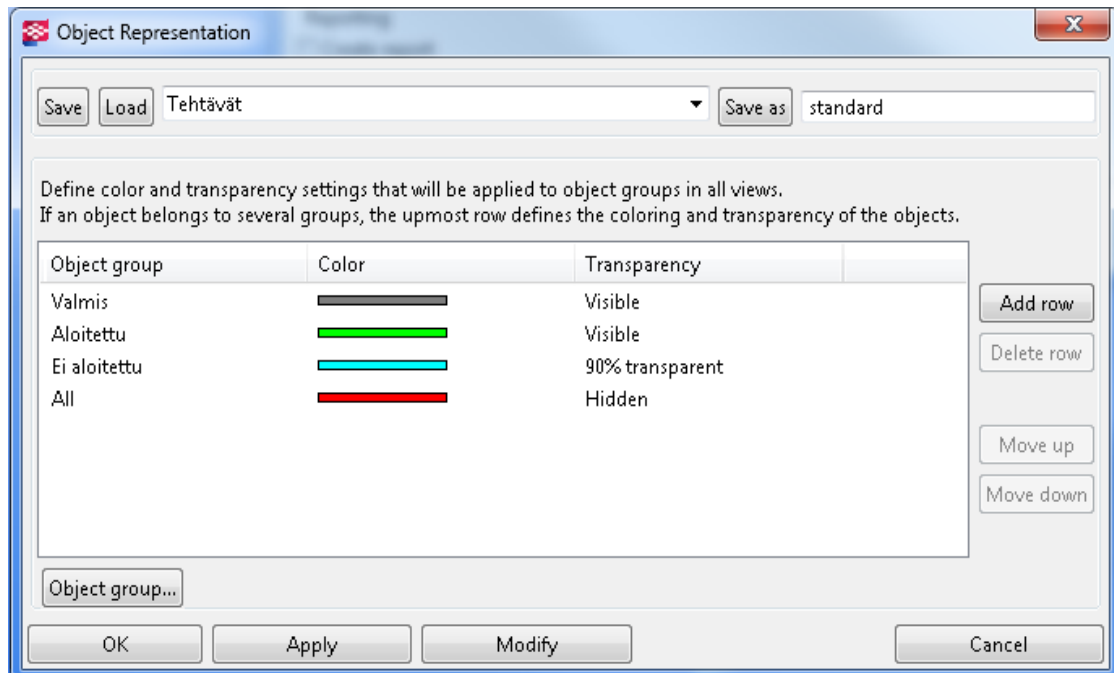
KUVA 4. Task Manager, työvaiheiden aikataulua.

4.4 Visualisointi projektin etenemisestä

Malliin voidaan syöttää aikataulupohjaista tietoa rakennusprosessin etenemisestä, jota havainnollistetaan visuaalisella esityksellä. Tästä voidaan käyttää nimitystä 4D-simulointi. Työvaiheiden etenemisen visualisointi tarkoittaa aikataulun mukaan aloitus- ja lopetuspäivämääristä riippuvaisten työvaiheiden näkyvyyttä esityksessä rakennusprojektin eri vaiheissa.

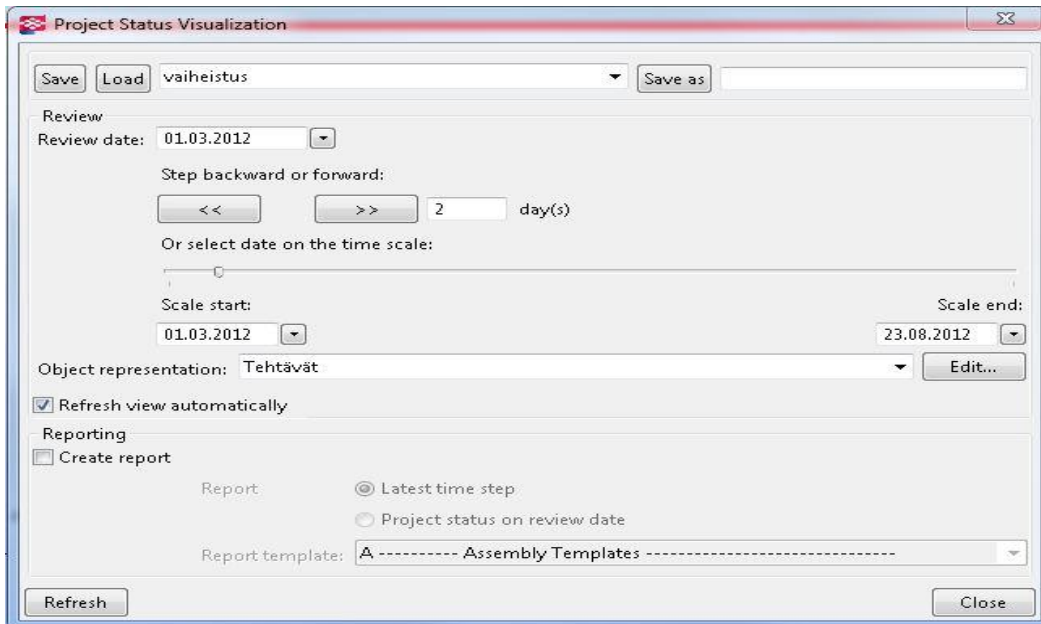
Objektiryhmiä on mahdollista luokitella aikataulun perusteella visualisoinnin pohjaksi. Objektiryhmät tehdään työvaiheiden aikataulun aloitus- ja lopetuspäivistä riippuvaisiksi, jolloin visuaalinen työvaiheiden eteneminen mahdollistuu. Tässä tapauksessa jaottelu tehtiin neljään eri ryhmään: *Valmis*, *Aloitettu* ja *Ei aloitettu* sekä *All*. On huomioitava, että ohjelma ei hyväksy sellaisia asetuksia johon ei ole sisällytetty *All* objektiryhmää.

Objektiryhmien näkyvyysasetukset (kuva 5) voidaan määritellä *Object Representation*-toiminnan avulla. Sen avulla valitaan objektiryhmälle sen esiintyvyys väri ja läpinäkyvyys. Läpinäkyvyys asetuksissa tulee kuitenkin huomata se, etteivät ne siirry *TWV:iin* enää samanlaisina. Suodatettu näkyvyys tulee täysin näkyväksi *TWV:ssä*, joten web-mallissa osat näkyvät vain täysin näkyvinä tai piilotettuina.



KUVA 5. Objektiryhmien näkyvyysasetukset.

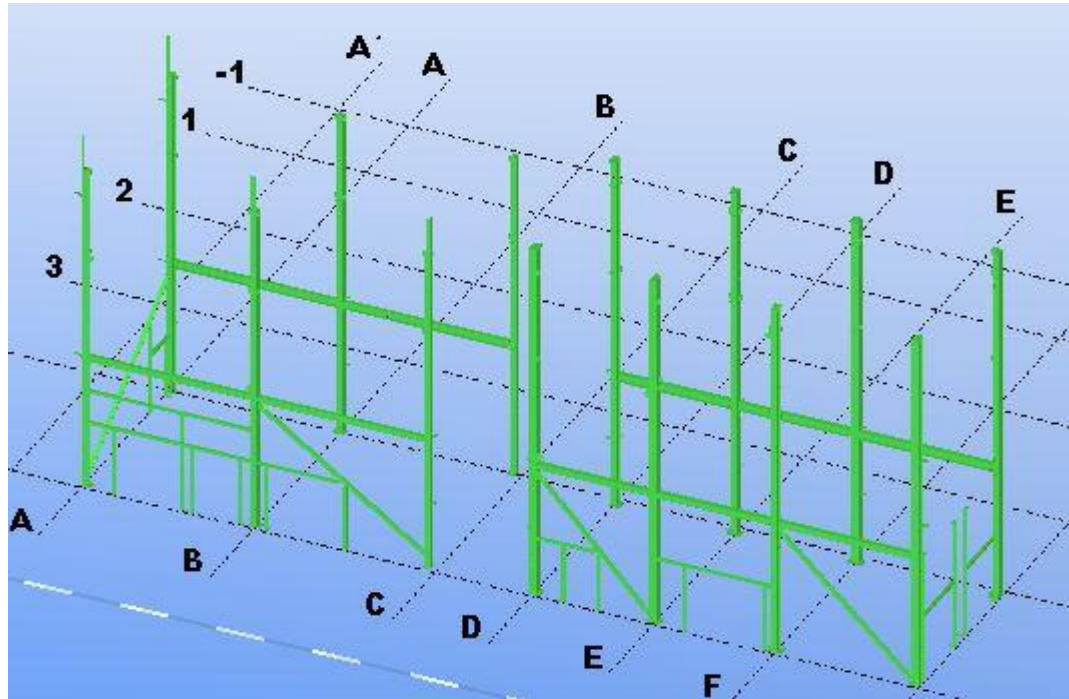
Mallista, joka sisältää aikataulutietoa, tehty visuaalinen esitys (4D-simulaatio) toteutetaan *Project Status Visualization* -työkalun avulla, jolla kuvataan työvaiheiden asennuksen eteneminen, joka hyödyntää objektiryhmille tehtyjä asetuksia. Etenemisnopeuden voi määrittellä ja näkymän mallista voi valita mistä kohtaa aikajanalta hyvänsä (kuva 6).



KUVA 6. Etenemisnopeuden asetukset.

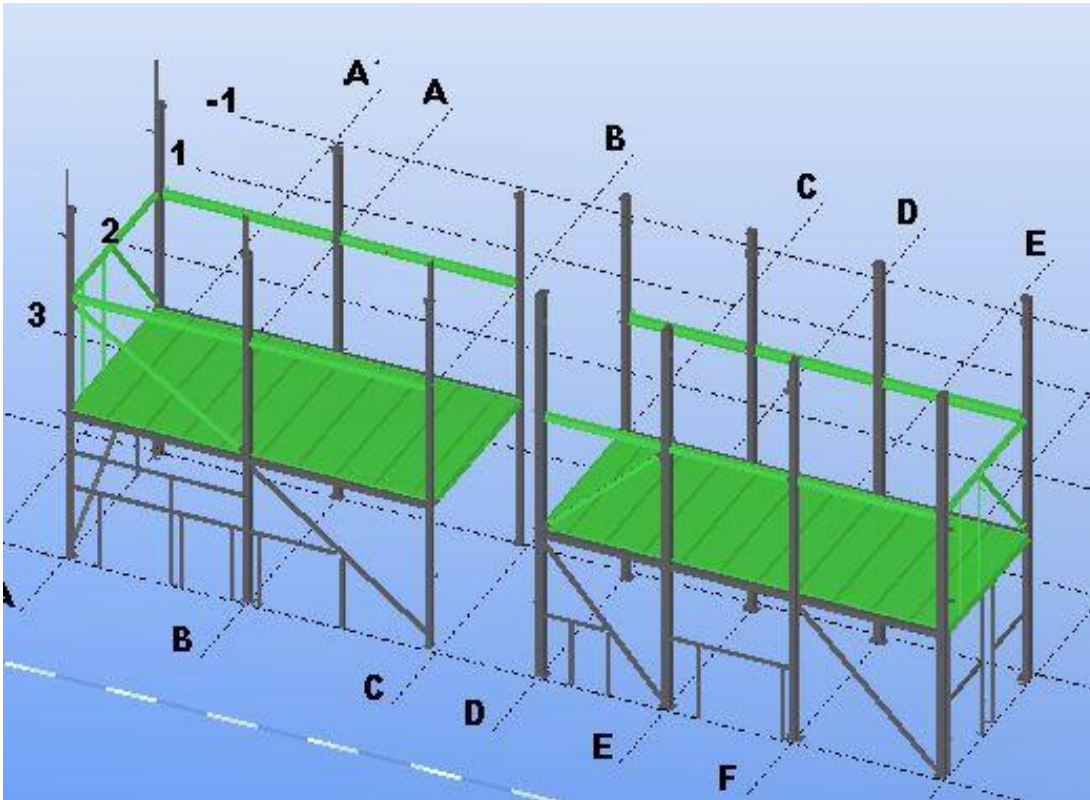
Etenemisnopeus työvaiheiden näkyvyydestä voidaan valita tarpeen mukaan. Tässä työssä vaiheet sisältävät tiettyinä päivinä alkavat tai meneillään olevat ja jo valmiiksi saadut työvaiheet. Työssä on pyritty valitsemaan oleelliset kohdat töiden etenemistä ja suoritusta ajatellen. Esimerkiksi kaikki sellaiset päivät on otettu mukaan, missä jokin uusi työvaihe käynnistyy, lähinnä pitkään meneillään olevista työvaiheista ei ole otettu välivaiheita jos ja kun malli ei muutu.

Alkavat ja meneillään olevat vaiheet merkittiin tässä vihreällä värillä ja osat muuttuvat sitä mukaa harmaiksi kuin ne valmistuvat. Seuraavassa esitetään rakennusprojektin etenemistä viiden ensimmäisen vaiheen avulla, joissa aputilat 1 ja 2 saadaan teräsrunгон ja ontelolaattojen asennuksen osalta valmiiksi. Päivämäärät ovat arvioitu alustavan aikataulun pohjalta ja ovat vain suuntaa antavia.



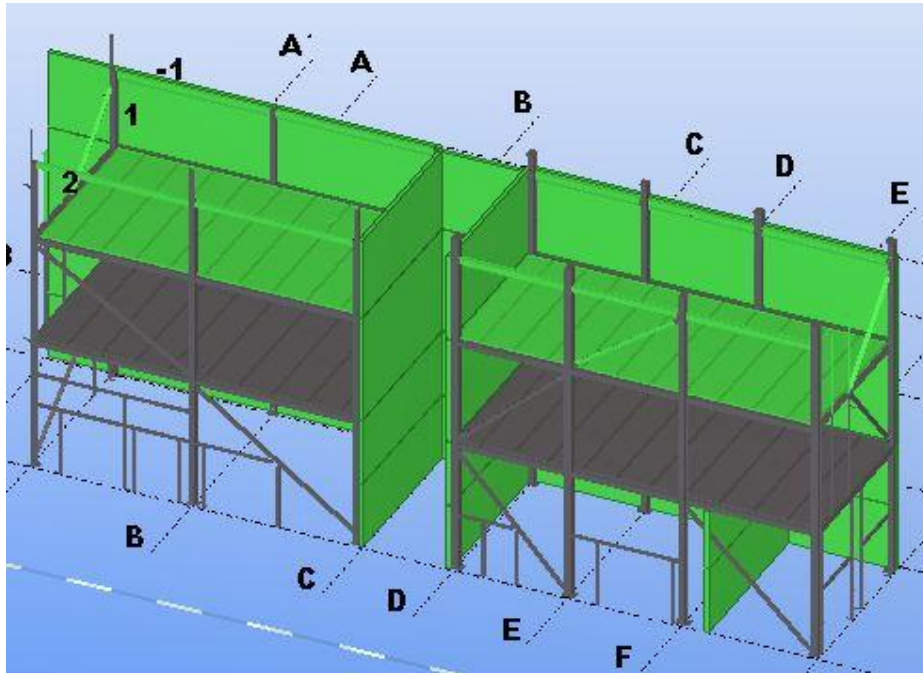
KUVA 7. Asennuksen etenemistä, työvaihe 1.3.2012

Kuvassa 7 on aloitettu aputilojen teräsrunko asennus ja ne näkyvät kuvassa vihreällä. Pilarit kuuluvat siihen kerrosjakoon jossa ne ensimmäistä kertaa esiintyvät ja ovat tässä tapauksessa ensimmäisessä kerroksessa (Kautto, T. 2012. Osa 5, 7).



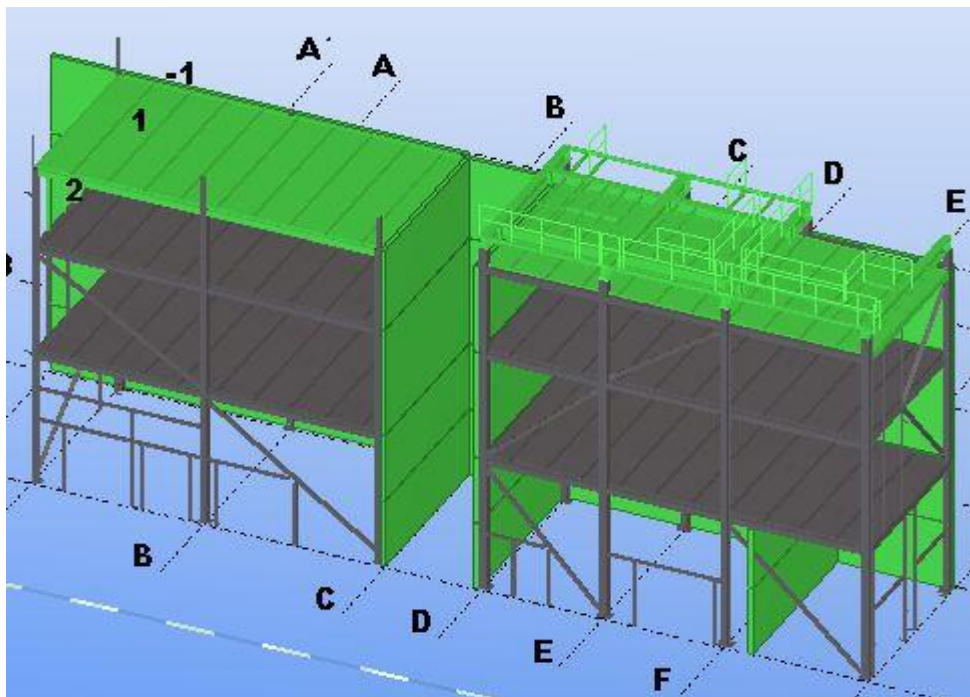
KUVA 8. Asennuksen etenemistä, työvaihe 5.3.2012

Kuvassa 8 teräsrungon ensimmäinen kerros on asennettu ja se näkyy harmaana. Ensimmäiset välipohjaontelolaatat ja toisen kerroksen teräsrungon asennus on aloitettu. Tehdystä vaiheistuksesta voidaan poimia vain ne päivät mistä halutaan tehdä web-malli. Tässä tapauksessa päivät on valittu sen mukaan milloin asennuksessa saavutetaan etenevä työvaihe eli jolloin jokin vaihe alkaa tai saadaan päätökseen.



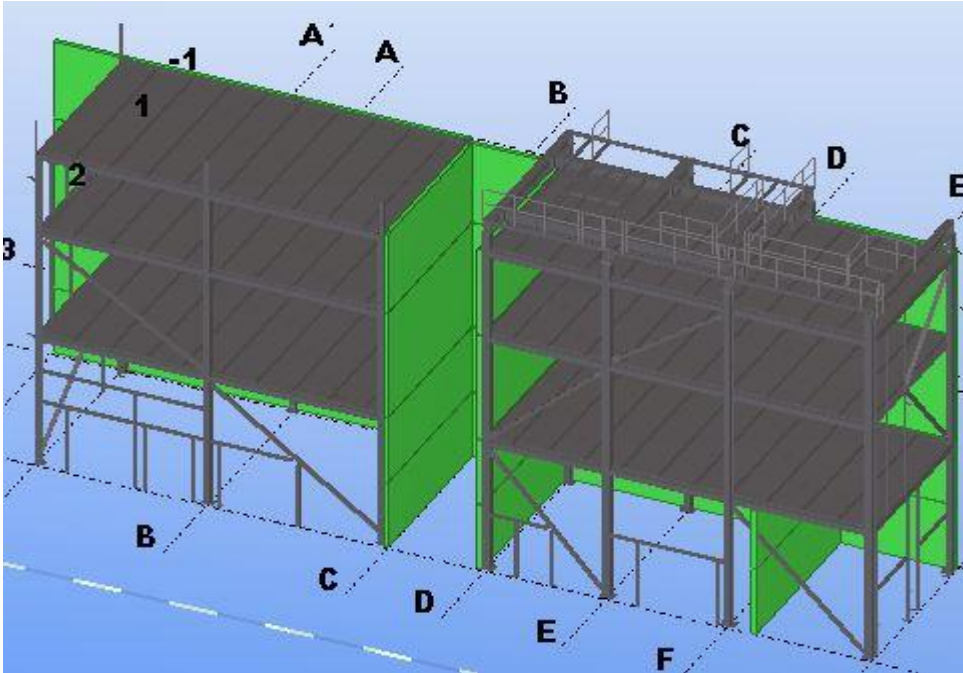
KUVA 9. Asennuksen etenemistä, työvaihe 7.3.2012

Eri osien asennus etenee limittäin. Kuvassa 9 nähdään, että aputilojen asennus ja linjojen 4A'-4G, C4-C5, D4-D5, F4-F5 betonielementtien asennus on aloitettu ja ne esiintyvät mallissa vihreinä ja jo valmiit aputilan osat ovat harmaana.



KUVA 10. Asennuksen etenemistä, työvaihe 9.3.2012

Kuvasta 10 voidaan helposti erottaa ne osat, jotka pitää olla jo asennettuina ennen ylimmän kerroksen asennusta. Kerrokselliset rakennuksen lohkot on linkitetty aika-tilaan niin, että asennus etenee kerros-kerrokselta.



KUVA 11. Asennuksen etenemistä, työvaihe 10.3.2012

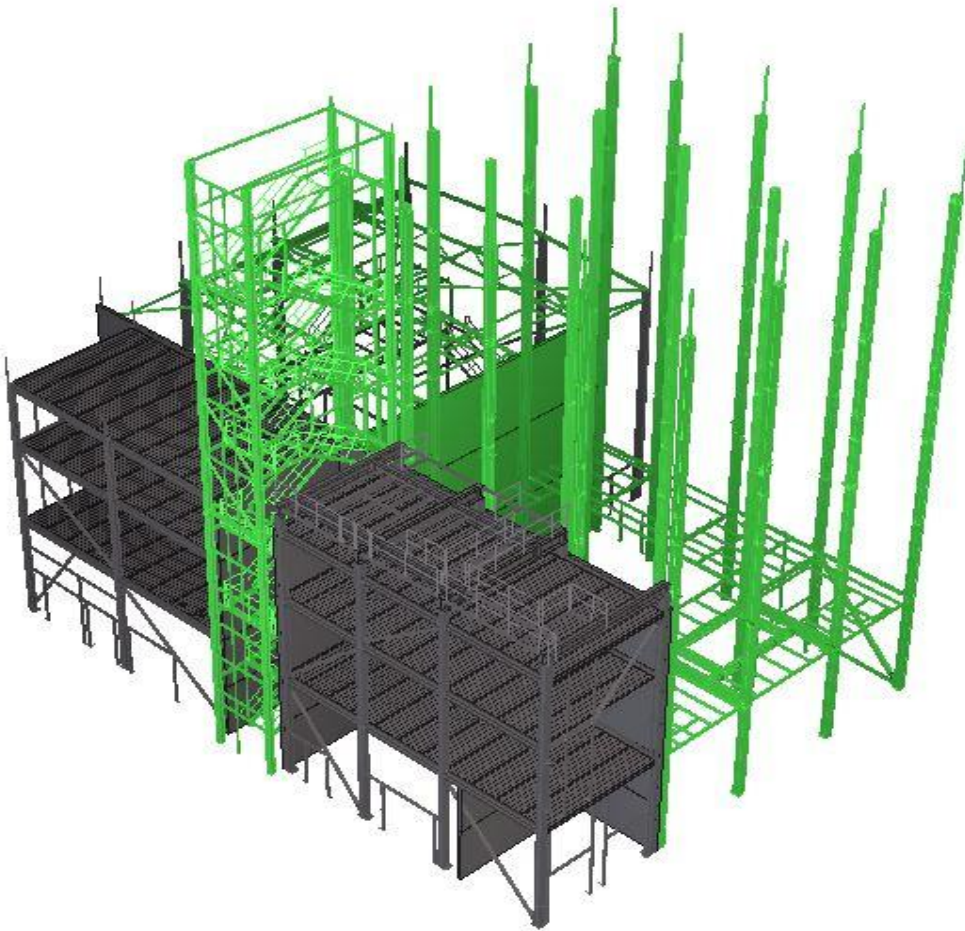
Koko rakennus on jaettu osiin käyttötarkoituksen mukaan ja asennus aloitetaan aputilojen pystytyksellä (kuva 11), näin niitä voidaan hyödyntää niiden valmistuttua esimerkiksi rakentamisaikaisina sosiaali-iloina. Yksi lohkoihin jako perustekin on rakentamisen eri osien eriaikainen käyttöönottoarve (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 73).

4.5 Web-malli

TWV-ohjelman käyttöön päädyttiin ohjelman yksinkertaisuuden ja helppokäyttöisyyden vuoksi. Suunnittelutoimistosta on lähetetty mallinnetuista kohteista web-malli aikaisemminkin työmaan käyttöön. Aikaisemmin työmaalle lähetetty web-malli on ollut valmiiksi mallinnetusta kohteesta otettu näkymä. Nyt web-malleja lähetetään useampi, joiden avulla voidaan seurata kohteen edistymistä. Jokainen valittu työvaihe lähetetään omana 3D-kuvanaan, kuitenkin niin että aikaisemmat työvaiheet näkyvät kuvassa erivärisenä. Vaiheet valitaan sillä perusteella aikajanalta, milloin asennuksessa tapahtuu jotain, siis kun jokin työvaihe alkaa tai valmistuu. Malli annetaan työmaalle

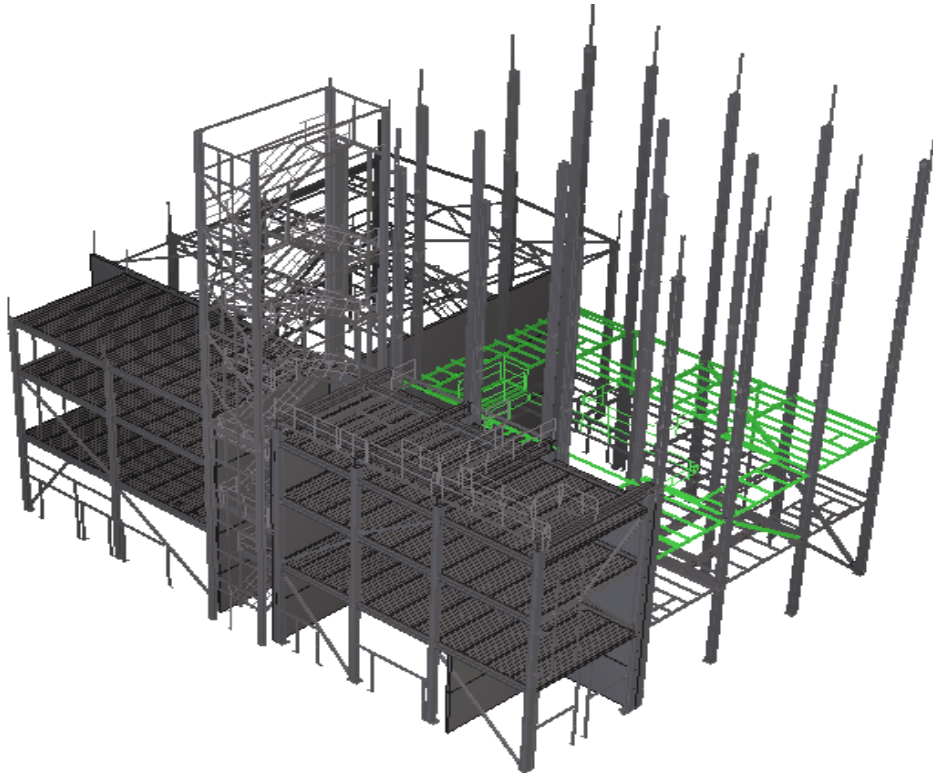
myös kokonaisuudessaan valmiina mukaan, jotta kohteen kokonaiskuva hahmottuisi paremmin. Asennuksessa tulee kuitenkin huomioida se, että kaikkia rakennusosia ei ole mallinnettu, joten malli on vain suuntaa antava joidenkin rakennusosien kohdalla.

Työmaalle lähetetään kaiken kaikkiaan 22 web-mallia, joissa valitut työvaiheet ovat rakennusajalta 1.3.–9.6.2012, joten vaikka web-malleja on paljon, niiden käytönaika asettuu pitkälle aikavälille. Työvaiheiden etenemisen perusteella tehty valinta mahdollistaa tärkeiden asennusvaiheiden valinnan ja sen ettei turhia 3D-kuvia, jossa ei ole visuaalista etenemistä, tule. Seuraavassa esitellään web-malleja työvaiheiden etenemisestä.



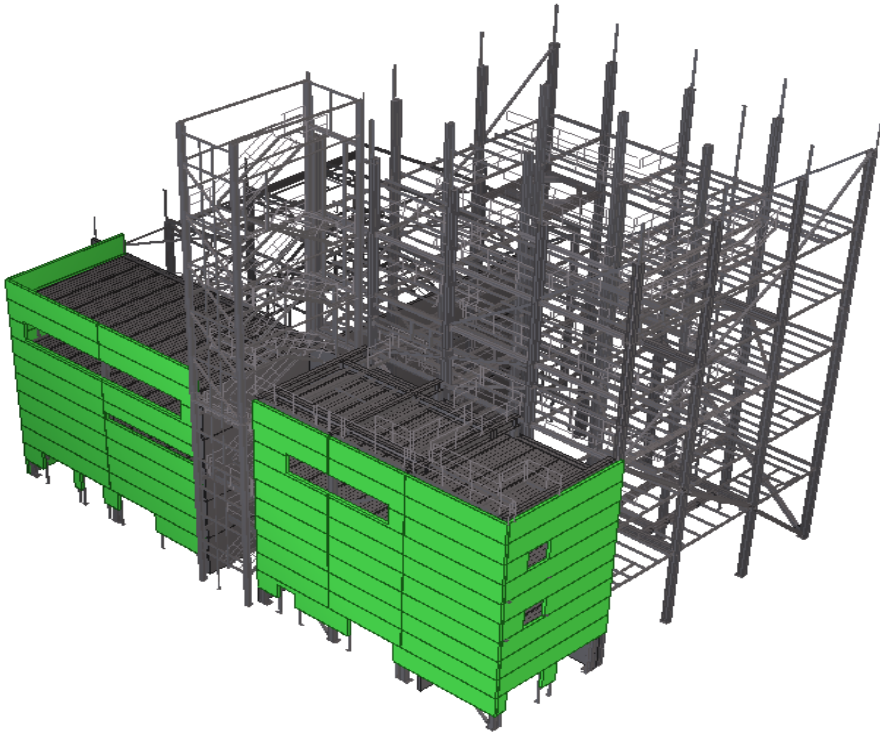
KUVA 12. Web-malli 20.3.2012.

Tekla Structuresissa mallinnettu kohde pystytään siirtämään visuaalisesti sellaiseen *TWV:n* (kuva 12). Web-mallista rakennusosista pystytään saamaan tietoa valittavan vähän, mutta toisaalta olennainen tieto käyttötarkoitukseen löytyy helposti, eikä muu tässä tapauksessa epäolennaisempi tieto aiheuta sekaannusta.



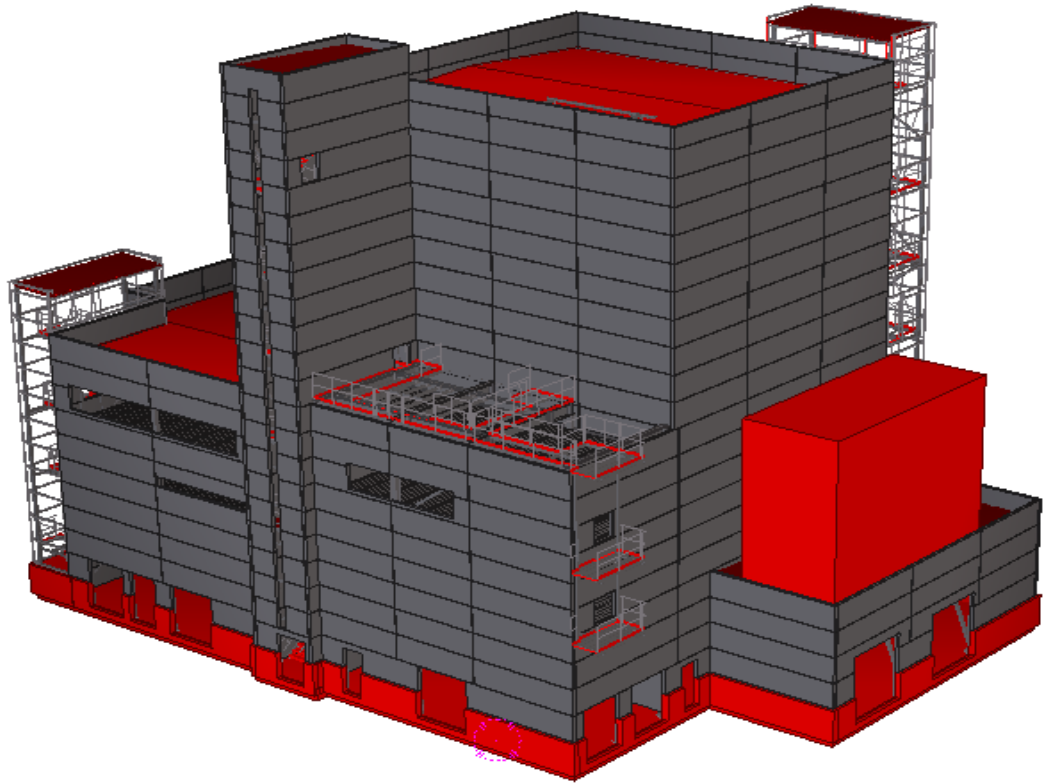
KUVA 13. Web-malli 26.3.2012.

Eri työvaiheiden hahmottaminen ja erottaminen on vaiheistetun mallin avulla huomattavasti helpompaa (kuva 13), kuin kokonaisuudessaan *TWV:iin* viedyssä valmiissa mallissa. Vaiheisiin jaettua mallia voidaan hyödyntää myös siinä, että aikamääräisesti vaiheistettujen web-mallien avulla voidaan varmistaa jo ennen seuraavan vaiheen asennuksen aloittamista, että siihen tarvittavat osat on toimitettu työmaalle.



KUVA 14. Web-malli 11.4.2012.

Rakennusosia on hyvä ottaa riittävästi mukaan vaiheistukseen ja näin myös havainnollistamiseen. On kuitenkin huomioitava se, ettei ota mukaan sellaista rakennusosia, jotka on mallinnettu puutteellisesti, jottei niiden visualisointi sotke asennusta. Tässä tapauksessa pääasiallinen vaiheistuksen visualisoinnin tarve on teräsrungolle, mutta mukaan on otettu myös muita tarkoituksenmukaisia rakennusosia, kuten kuvassa 14 näkyvät Paroc elementit. Näin rakennuksen kokonaisuus on helpompi hahmottaa ja aikataulun seuraaminen helpottuu.



KUVA 15. Vaihe: Malli valmis siltä osin kuin se on vaiheistettu. 9.6.2012.

Näkymä valmiista kohteesta on myös mukana visuaalisessa esityksessä. Kuvassa 15 on tilanne, jossa kaikki ne rakennusosat mitkä aikaisemmassa vaiheessa otettiin lohkoihin, kerroksiin ja rakennusosa jakoihin mukaan ja aikataulutettiin, on valmiina ja näkyvät kuvassa harmaalla. Kuvassa näkyvät myös sellaiset mallinnetut osat punaisella, jotka eivät ole mukana varsinaisessa vaiheistuksessa.

Tekla Web Viewerin soveltuvuuden arviointi työmaan käyttöön perustuu tässä työssä ennen kaikkea aikaisempaan kokemukseen työmaan valmiudesta hyödyntää ohjelmia. Työmaa hyötyisi varmasti erilaisista ja monikäyttöisemmistä toiminnoista, mutta valmiuksia hyödyntää ominaisuuksia ei välttämättä ole. Web-mallit antavat visuaalista tukea asennusjärjestykselle ja sen avulla pyritään vähentämään asennusjärjestystä koskevia virheitä.

4.6 Ohjeistukset

4.6.1 Laadintaohje toimistolle

Ohjeistuksen tarkoituksena on opastaa suunnittelijaa tekemään mallin asennusvaiheistus käyttäen apuna *TS:n* eri työkaluja. Tilaajan pyynnöstä oletuksena on, että ohjeen käyttäjä on ainakin jossain määrin käyttänyt *TS*-ohjelmistoa, joten ohjeistus on rakennettu näitä oletuksia ajatellen. Tämä ohjeistus palvelee tarkoitustaan tiiviyden ja yksinkertaisuuden kautta. Ohjeistuksen ei ole tarkoitus olla kaiken kattava vaan Teklan extranetin [www-sivuilta](#) löytyy laajemmat ohjeistukset, jotka ovat toimiston käytävissä.

Ohjeistuksessa (liite 1) opastetaan pääasiassa *Model Organizer* ja *Task Manager* -ohjelmien sekä visualisoinnin mahdollistavien työkalujen käyttöä vastaavanlaista käyttötarkoitusta silmälläpitäen. *Tekla Web Viewer* -ohjelman käyttöohjetta eikä tietotekniikka ohjeistusta tehdä erikseen toimistolle, vaan työmaalle lähtevä ohjeistus jää myös toimiston omaan käyttöön.

4.6.2 Käyttöohje työmaalle

Työmaan käyttöohjeen (liite 2) laatimisen tavoitteena on niin yksinkertainen ja helppo ohjeistus, että se kannustaisi mallin hyödyntämiseen ja käyttöön työmaalla. Oletuksena tässä tapauksessa on, että käyttäjällä ei tarvitse olla kokemusta *TS*-ohjelmiston käytöstä vaan käyttöohjeen avulla kuka vaan pystyy käyttämään tarvittavia ohjelmia siinä määrin kuin tässä tapauksessa on tarkoituksenmukaista.

Mallin, johon asennusjärjestyksen vaiheistus on tehty, vieminen *TWV*-ohjelmaan on tarkoitus palvella itse asennustyötä kuin myös sen ohjausta. Web-malli annetaan vaihe vaiheelta muodostettuina katselumalleina, jonka tarkoituksena on auttaa hahmottamaan asennusjärjestystä kuin myös antaa tietoa siitä mitkä osat on toimitettava työmaalle milloinkin. Yhtenä pyrkimyksenä on antaa tukea asennuskuville, jotka ovat 2D-piirustuksia. Web-mallia tarkastelemalla on mahdollista saada tietoa rakennusosista ja se auttaa hahmottamaan niiden sijainnin ja rakennuksen jälkeisen toteuman.

5 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Tulokset

Suunnittelutoimisto

Suunnittelijan kannalta asennusvaiheistus on suhteellisen helppo ja nopea tehdä, kunhan tarvittavat lähtötiedot, kuten kohteen asennusaikataulu, on saatavilla. Toki ohjelmistoon ja kohteeseen tutustuminen vie aikaa, mutta kun asennusvaiheistuksen on kerran tehnyt *CM:n* työkaluilla, seuraavan tekee huomattavasti nopeammin. Voidaan siis sanoa, että *CM:n* työkalujen käytettävyyks on hyvä. Kuitenkin sellaisen suunnittelijan, joka on ollut mallintamassa kohdetta, on helpompi lähteä toteuttamaan mallin jaottelua ja linkittämistä aikatauluun kuin tässä tapauksessa mallinnus oli jo tehtynä ja minun työni alkoi vasta kun itse mallinnus oli tehty.

Tekla Structuresin aikaisempi käyttö oli etuna, vaikkei tässä työssä tarvittavia toimintoja ohjelmasta ollut käyttänytkään. *Teklan extranetin* www-sivuilta löytyi ohjeistuksia eri työkaluille, mutta osa ohjelmien ratkaisusta ja toiminnoista löytyi vain itse kokeilemalla. Joitain ongelmia ja epäselvyyksiä ohjelmista löytyi, mutta yrityksen ja erehdyksen kautta ne tulivat ratkaistuksi.

Työmaa

Työmaan suhtautumisella asennusvaiheistuksen käytettävyyteen ja hyödyllisyyteen on suuri painoarvo ajatellen vastaavanlaisen työn tekemisen kannattavuutta tulevaisuudessa. Mikäli työmaa kokee asennusvaiheistuksen hyödylliseksi, voidaan työtä pitää onnistuneena ja hyödyllisenä myös suunnittelutoimiston kannalta. Toisaalta kaikenlaisesta palautteesta voidaan tehdä omat johtopäätökset. Palaute antaa mahdollisuuden muokata toimintatapoja oikeaan suuntaan.

Työmaan olosuhteet ja valmiudet tulisi selvittää myös ennen asennusvaiheistuksen tekoa. Onko työmaalla siis mahdollisuutta hyödyntää tehtäviä web-malleja. Työmaan valmiudet web-mallien käyttöön voivat olla puutteellisia niin käyttäjien taitojen kuin myös välineiden ja olosuhteiden osalta. Tässä tapauksessa työmaalta puuttui asennuksen alkuvaiheessa Internet-liittymä, mistä syystä web-mallien käyttöönotto viivästyi.

Työmaalta saatu palaute oli positiivista. Erityistä kiitosta sai *TWV*:n käytön helppous. Sen opittavuus ja muistettavuus koettiin hyvänä. Käyttö oli selkeää ja ymmärrettävää, eikä vaatinut liikaa tarkkaavaisuutta. Työskentelyä *TWV*:llä ei koettu turhauttavana ja sitä pystyi käyttämään haluamallaan tavalla joustavasti. Kaikkiaan *TWV*-työkalun käytettävyyttä pidettiin hyvänä. Työmaa koki *TWV*:n ja web-mallit myös hyödyllisinä. Työn laadun koettiin parantuvan. *TWV* toi myös parempaa työn hallittavuutta ja helpotusta työsuoritukseen. Jollain tasolla koettiin työn myös tehostuvan. Kehitystä toivottiin alueilla, jotka koskivat oman työn tuottavuutta ja työsuorituksen parantamista. Kaikkiaan *TWV*-työkalun käytettävyyttä pidettiin hyvänä.

5.2 Johtopäätökset

Tämän työn tavoitteena oli tutkia tietomalliin linkitetyn asennusvaiheistuksen käytettävyyttä ja toiminnallisuutta sekä työmaan että suunnittelijan kannalta. Tavoitteena oli toteuttaa asennusvaiheistus *Tekla Structures CM* -ohjelmistolla ja web-mallien katseilu *Tekla Web Viewer* -työkalulla. Lisäksi tavoitteena oli selkeiden ohjeistusten muodostaminen, suunnittelutoimistolle laadintaohjeistus ja työmaalle käytönohjeistus.

Suunnittelijan näkökulmasta katsoen suurin hyöty vastaavanlaisesta projektista saataisiin irti siten, että suunnittelija alusta asti kohdetta mallintaessakin ajattelisi mallin jatkokäyttöä. Suunnittelutoimistokohtaiset rakennusosien luokkajaot ja muutenkin ”oma looginen jaottelu” toimii silloin kuin muut eivät joudu työstämään mallia, mutta tulevaisuudessa mallien käyttö työmaalla tai suunnittelutoimistossa tehtävä ”jatkojalostus” yleistyy, joten yhtenäiset mallinnusperiaatteet tulevat tärkeäksi osaksi mallinnusprosessia myös tästä syystä.

Lisäarvoa suunnitteluun asennusvaiheistus tuo varsinkin, jos työmaalla on käytettävissä *Construction Management* -ohjelmistokokoonpano, jolla on mahdollista muokata jo tehtyjä aikatauluja ja sen avulla pääsee valitsemaan *Project status visualization* -työkalulla hankkeen etenemisen ja sen katselun haluamallaan työvaiheiden etenemisajalla. Näin on mahdollista hyödyntää kaikkia asennusvaiheistuksen tuomia etuja paremmin. Kuitenkin tämä edellyttäisi *TS*-ohjelmiston käytön hallitsemista. Tämänkin seikan vuoksi on perusteltua valita *TWV*. Sen käytön etuna on etenkin havainnollisuus ja helppokäyttöisyys.

Palautteen perusteella pystytään arvioimaan työn taloudellisen hyödyntämisen mahdollisuus. Työmaan positiivinen palautekaan ei välttämättä kuitenkaan takaa sitä että

oltaisiin valmiita maksamaan lisää tällaisesta lisätyöstä. Kuitenkin suunnitteluun sisältyvänä osana tällaista työtä, joka ei vie resursseja ja aikaa kohtuuttomasti, voidaan tarjota, jolloin sillä voi olla positiivinen vaikutus tarjouskilpailussa.

Työmaalle tehtävän ohjeistuksen ja käytetyn katseluohjelman valinnan perusteina olivat ennen kaikkea helppokäyttöisyys ja matala kynnys ohjelman käyttöönottamiseen asennusta tukevana elementtinä. Työmaapalautteen perusteella voidaan sanoa, että nämä valinnat olivat onnistuneita. *TWV* soveltuu hyvin työmaalle asennustyön apuvälineeksi. Toki kyseessä on yksittäinen tapaus ja työmaa, jolloin tuloksia ei voida liikaa yleistää. Kuitenkin mielestäni näin moneen osa-alueeseen kohdistunut positiivinen palaute kertoo siitä, että monet saivat *TWV*:stä ja webmalleista kuitenkin hyötyä edes jollain työsuorituksen osa-alueella.

Työmaan ja suunnittelijan toimiva yhteistyö ja molempien osapuolten näkökantojen huomioon ottaminen ovat tulevaisuuden haasteita. Erityisen tärkeää on osapuolten välinen vuorovaikutus, avoin keskustelu ja palaute. Nämä tekijät parantavat yhteistyötä sekä ymmärrystä ja suunnittelija ja työmaa tulevat lähemmäksi toisiaan, molempien joutuessa miettimään omassa työsuorituksessaan toisiaan. Positiivisen työmaapalautteen kuin myös asennusvaiheistuksen teosta syntyneiden kokemusten perusteella vastaavissa projekteissa asennusvaiheistuksen laadinta on tarkoituksenmukaista ja kannattavaa molemmille osapuolille.

Lisätutkimuksen tarve voisi olla *Tekla BIMsightin* käyttö ja toiminta. *Tekla Web Viewerin* käyttö ei pian ole enää tarkoituksen mukaista, varsinkin jos ja kun työmaille oleva työvoima on sellaista, joka osaa hyödyntää tietomallia. *TWV* voi jopa poistua kokonaan käytöstä muutaman vuoden sisällä, mihin näkyy viitteitä, siinä että markkinointi ja kehitystyö on selvästi suunnattu *BIMsightiin*. Näin monikäyttöisemmän ja monimutkaisemman korvaavan ohjelman käyttöön olisi hyvä perehtyä ennen sen väistämätöntä käyttöönottoa.

LÄHTEET

Hellsten, J. 2010. *Todellinen tietomallin käyttö on vielä kaukana* [verkkojulkaisu]. Rakennuslehti (julkaistu: 06.05.2010) [viitattu 22.1.2012] Saatavissa:

<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/21371.html>

Henttinen, T. 2012a. Yleiset Tietomallivaatimukset 2012, Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. Saatavissa: <http://buildingsmart.fi/8>

Henttinen, T. 2012b. Yleiset Tietomallivaatimukset 2012, Osa 1. Yleinen osuus. Saatavissa: <http://buildingsmart.fi/8>

Henttinen T. & Vara J. 2012. Yleiset Tietomallivaatimukset 2012, Osa 8. Havainnollistaminen. Saatavissa: <http://buildingsmart.fi/8>

Immonen, M. 2003. *Käytettävyyden suunnittelu ja rakentaminen ohjelmistotuotantoprosessissa*. Kuopion yliopisto, tietojenkäsittelytieteen laitos. Pro gradu –tutkielma.

Kautto, T. 2012. Yleiset Tietomallivaatimukset 2012, Osa 5. Rakennesuunnittelu.

Koskenvesa A. & Sahlstedt S. 2011. *Ratu: Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus*. Tampere: Rakennustieto Oy.

Mustaniemi J. 2009. *Käytettävyyden arviointimenetelmät*. Tietojärjestelmätieteen kandidaatintutkielma. Jyväskylän yliopisto. Tietojenkäsittelytieteiden laitos. Jyväskylä.

Mäki T., Olenius A. & Koskenvesa A. 2003. *Ratu: Aikataulukirja 2004*. Tampere: Rakennustieto Oy.

Sulankivi K., Mäkelä T. & Kiviniemi M. 2009. *Tietomalli ja työmaan turvallisuus*. Tutkimusraportti. Tampere: VTT.

Routio, P. 2007. *Vuorovaikutteisen tuotteen käytettävyys* [verkkojulkaisu]. Helsinki, 1998. [viitattu 19.3.2012] Saatavissa: <http://www.uiah.fi/projekti/metodi/058.htm>

Tekla Finland. Tuotteet. Tekla BIM. Construction Management. [verkkodokumentti]. [viitattu 25.1.2012] Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi>

Tekla Finland. Tuotteet. Tekla BIM [verkkodokumentti]. [viitattu 25.1.2012] Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/>

Tekla extranet [verkkodokumentti]. [viitattu 25.1.2012] Saatavissa: <https://extranet.tekla.com>

KIRJALLISUUTTA

One-dimensional usability-influence of usability on consumers' product preference, kirj. Turkka Keinonen. Taideteollisen Korkeakoulun julkaisu A21. Helsinki 1998

ASENNUSVAIHEISTUKSEN LAADINTAOHJE

24.2.2012

Avaa valmis Tekla Structures -malli, johon haluat tehdä asennusvaiheistuksen.

MODEL ORGANIZER

- Tools→Model Organizer

Jaetaan rakennus hierarkkisiin osioihin:

- Osiin ja kerroksiin jako
 - Painetaan hiiren oikealla painikkeella *Logical areas* ja valitaan *New Building* →Nimetään kohde
 - Painetaan hiiren oikealla painikkeella *Building* →valitaan joko *New Section* tai *New Storey*
 - Osiin jaon voi tehdä esimerkiksi erilaisten käyttötarkoituksen, suunnittelun tai rakennusvaiheiden mukaan ja kerrosjaon voi valita joko niin, että valitsee osion kerrokset erillisiksi tai koko mallin yhden kerroksen yhteen kerroskansioon. Jokainen mallin rakennusosa voi kuulua ainoastaan yhteen osalohkoon ja kerrokseen.
 - Liittääksesi haluamasi osat osakohteeseen tai kerrokseen, valitse ne mallista ja paina hiiren oikealla painikkeella sen kohteen päällä mihin haluat ne liitettävän ja valitse *Add Selected to Category*. Asennusvaiheistusta varten tehtävä jaottelu tehdään niin, että valitaan kokoonpanoja (assembly), ei yksittäisiä osia (part)
 - Helpointa osien valitseminen isoissa kohteissa on tehdä vaihtamalla 3D-näkymästä tasonäkymään (Ctrl + P)
 - Tarkasta aina että vain ne osat, jotka olet tarkoittanut, ovat valittuina.
 - Kun haluat tarkastella vain tiettyä valitsemaasi osakohdetta mallista, paina hiiren oikeaa painiketta haluamasi osakohteen päällä ja valitse *Select in the Model*, jolloin haluamasi osakohde aktivoituu.
 - Tämän jälkeen paina hiiren oikealla painikkeelle saman osakohteen päällä *Show Only Selected*, jolloin näkyviin tulee ainoastaan se osakohde jonka aikaisemmin valitsit.



- Jos haluat piilottaa muut näkymän osat valitse *Show Only Selected* ja paina yhtä aikaa *Shift* – näppäintä. *Shift* – näppäin toimii myös silloin kun haluat piilottaa (*Hide*) osia täysin näkymästä.
- Valitse haluamasi osalohko tai osalohkot. Osalohkon jako kerroksiin kannattaa tehdä *Model Organizer* – ikkunassa olevia tietoja apuna käyttäen. Jos ikkuna ei ole näkyvissä, saat sen näkyviin valitsemalla *Show/Hide Object Pain* – näppäimen. *TOP LEVEL* – kohdasta nähdään rakennusosien korkeusaset, joiden perusteella jako on helpompaa. Kuitenkin aina on syytä tarkastaa, että listasta valitut osat löytyvät mallista oikeilta kohdilta.
 - Valitse listasta rakennusosat mitkä haluat tiettyyn kerrokseen ja paina hiiren oikeaa painiketta ja valitse *Select in the Model*, osat valikoituu mallista jolloin voit varmistaa onko valitut osat tarkoittamasi kerroksen kohdalla.
 - Jos huomaat kerroksiin jaon jälkeen, että osalohkossa on enemmän objekteja kuin kerroksissa yhteensä, löydät mihinkään kerrokseen kuulumattoman osan helpoiten valitsemalla osalohkon kaikki osat aktiivisiksi ja siirtämällä ne uuteen kerrokseen, kuitenkin niin että vastaat kysyttäessä siirretäänkö muissa kerroksissa jo olevat objektit uuteen kerrokseen *Not to All*. Tämän jälkeen ne objektit jotka eivät vielä olleet omissa kerroksissaan löytyvät uudesta kerroksesta, jonka jälkeen ne on helppo siirrellä oikeisiin paikkoihin listasta.
- Objektityyppien luonti
 - Objektityypiksi voit valita mielivaltaisesti mallista mitä tahansa osia, esimerkiksi mallin kaikki pilarit tai betonielementit tms. Tyyppejä voidaan muodostaa tarpeen mukaan niin paljon kuin halutaan ja jaottelu perusteena voi olla mikä hyvänsä, tarpeen mukaan.
 - Painetaan hiiren oikealla painikkeella *Object Type* ja valitaan *New Object Type*. Voit nimetä luodun objektityypin haluamallasi tavalla, esim. *Tyyppi 1*.
 - Voit luoda objektityypeille myös alatyyppejä. *Tyyppi 1:n* alatyyppi tehdään niin, että valitaan oikealla painikkeella *New Object Type* ja alatyyppi on luotu. Alatyyppejä voidaan luoda niin paljon kun on tarvetta toistaen edellä olevaa.
 - Liittääksesi haluamasi osat objektityypin alle, valitse ne mallista ja paina hiiren oikealla painikkeella sen tyyppin päällä mihin haluat ne liitettävän ja valitse *Add Selected to Category*.

- Helpottaaksesi osien valintaa kannattaa käyttää näkymän filterointia hyväkseen.
- Kun malli on näkyvässä kokonaisuudessaan ja haluat tietää mihin osaan tai tyyppiluokitteluun jokin yksittäinen rakennusosa kuuluu
 1. Klikkaa hiiren vasemmalla painikkeella objektia, jolloin se aktivoituu
 2. Klikkaa hiiren oikealla painikkeella objektin päällä ja valitse *Model Classification* → *Show Related Classification*
 3. Näytölle ilmestyy ikkuna, joka kertoo mihin jaotteluryhmään tai – ryhmiin objekti kuuluu

TASK MANAGER

- *Tools* → *Task Manager*

Uuden tehtävän luominen:

- Jokaisen uuden tehtävän tulisi sisältää ainakin tehtävän nimi ja suunniteltu työnkesto. Tehtävä linkitetään mallin rakennusosiin.
 - Ilman *Task Managerin* avaamista *Tekla Structuresissa* voi yksittäisiä tai useampia osia linkittää tehtäviin. Valittuasi osan tai osat mallista aktiiviseksi, klikkaa hiiren oikealla painikkeella ja valitse *Task* → *Create Task*. Uusi tehtävä linkittyy automaattisesti valittuihin osiin.
 - *Task Managerissa* klikataan  *Create task*. Voit linkittää yhden tai useamman osan tehtävään, valitse ne aktiiviseksi mallista ja klikkaa hiiren oikealla painikkeella haluamasi tehtävän päällä ja valitse *Add Selected Objects*. Osat ovat linkittyneet tehtävään.
- Tässä toimii hyvänä apuna *Model Organizerilla* tehty rakennuskohteen jaottelu, jolloin kaikki osat, mitkä tehtäviin haluaa liittää, on mahdollista valikoida helposti aktiiviseksi, ilman mallin pyörittelyä ja osien valikoimista.
- *Task Managerissa* on mahdollista luoda tehtävälle alatehtäviä.
 - Klikkaa hiiren oikeaa näppäintä sen tehtävän päällä, jonka alle haluat luoda alatehtävän ja valitse *Create subtask* tai paina . Alatehtävä on luotu. Toista tätä saadaksesi haluamasi alatehtävät.

- Työvaiheiden kestoa voidaan määritellä kahdella eri tapaa
 - Vie hiiren osoitin työnkestoa kuvaavan palkin päälle. Hiiren osoitin muuttuu kaksipäiseksi nuoleksi, jolla voit vetää palkin haluamasi keston mittaiseksi.
 - Valitse tehtävä listasta, klikkaa hiiren oikeaa näppäintä ja valitse *Task Information*, muokkaa tehtävän kestoa.
- *Task Managerissa* lomatiedot voidaan myös syöttää aikatauluun, jolloin aikataulu realisoituu.

AIKATAULUN VISUALISOINTI

Ennen aikataulun visualisointia tulee olla tehtynä jaottelu *Model Organizerilla* ja aikataulutus *Task Managerilla*. Sen jälkeen mallista voidaan tehdä visuaalinen esitys.

- *View → Representation → Object representation...*
 - Tehdään objektiryhmät määrittämään eri työvaiheiden näkyvyyttä mallissa.
 1. Valitaan *Object group...*
 2. Luodaan objektiryhmä seuraavanlaisin asetuksin:

Objects with matching properties will be included in the group					
	(	Category	Property	Condition	Value
<input checked="" type="checkbox"/>		Task	Planned start date	Earlier than	Review date
<input checked="" type="checkbox"/>		Task	Planned end date	Earlier than	Review date

3. Nimeä ryhmä, esim. *Valmis*, ja kirjoita se *Save as* painikkeen viereen ja paina *Save as* painiketta.
4. Toista kohdat 3-4 luodaksesi uuden ryhmän jonka voit nimetä esim. *Aloitettu*. Käytä muuten seuraavanlaisia asetuksia:

Objects with matching properties will be included in the group

	(	Category	Property	Condition	Value
<input checked="" type="checkbox"/>		Task	Planned start date	Earlier than or equ	Review date
<input checked="" type="checkbox"/>		Task	Planned end date	Later than or eq...	Review date

5. Toista kohdat 3-4 luodaksesi uuden ryhmän jonka voit nimetä esim. *Ei Aloitettu*. Käytä muuten seuraavanlaisia asetuksia:

Objects with matching properties will be included in the group

	(	Category	Property	Condition	Value
<input checked="" type="checkbox"/>		Task	Planned start date	Later than	Review date
<input checked="" type="checkbox"/>		Task	Planned end date	Later than	Review date





6. Toista kohdat 3-4 luodaksesi uuden ryhmän joka nimetään *All*. Ryhmä *All* tulee aina olla mukana objektiryhmien jaottelussa ja sen nimeä ei pysty muuttamaan. Käytä muuten seuraavanlaisia asetuksia:

Objects with matching properties will be included in the group

	(	Category	Property	Condition	Value
<input type="checkbox"/>		Part	Name	Equals	

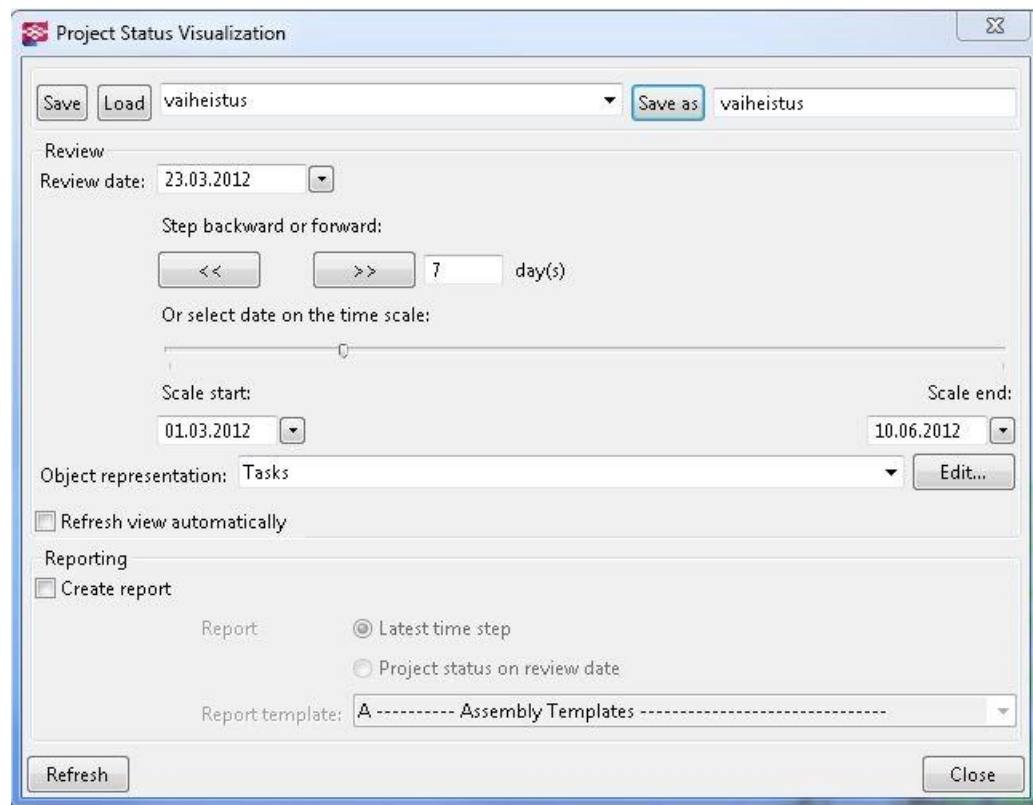
- Rakennusosien näkyvyysasetukset tehdään *Object Representation* –ikkunassa.
 1. Lisää *Object Representation* – ikkunaan niin monta riviä, kun tarvitset painamalla *Add row* – painiketta.
 2. Valitse edellisessä kohdassa määrittelemäsi objektiryhmä *Valmis* alasveto valikosta.
 3. Objektiryhmän värityksen voit valita kohdasta *Colour* ja näkyvyyden kohdasta *Transparency*.
 4. Toistamalla kohtia 2 – 3 voit määritellä kaikille ryhmille haluamasi näkyvyys ominaisuudet.

Esimerkiksi näin:

Object group	Color	Transparency
Valmis		Visible
Ei aloitettu		Visible
Aloitettu		Hidden
All		Hidden

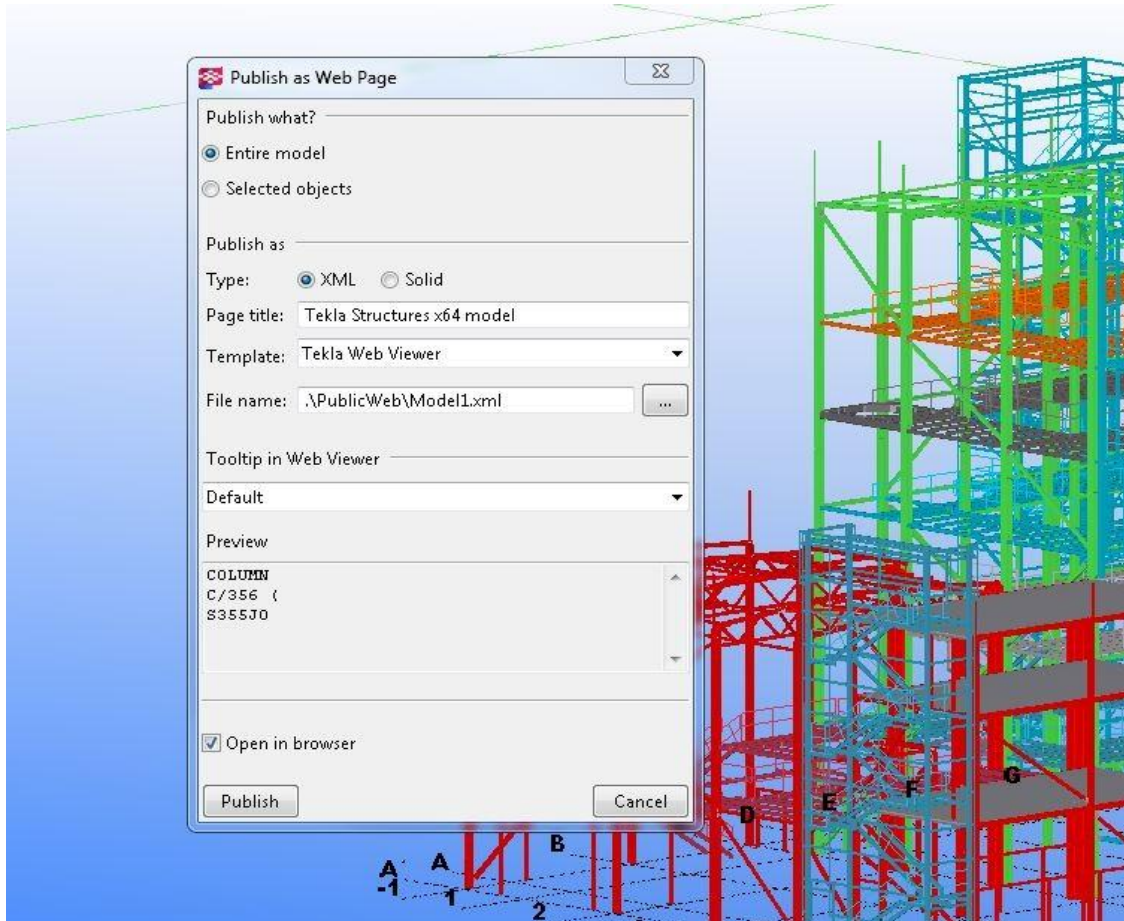
5. Tallenna näkyvyysasetukset nimellä, esim. *Tehtävät* ja valitse *Save as*.

- *Tools* → *Project Status Visualization...*
 - Valitse *Object representation* -listasta edellisessä kohdassa tallentamasi *Tehtävät* (tai *Tasks*). Näiden toimintojen avulla voit tarkastella aina valitsemasi päivän sen hetkistä mallia.
 - Voit valita tarkasteltavan päivän *Review date* – kohdasta tai...
 - Voit hyppiä vaikka päivän kerrallaan syöttämällä haluamasi päivien määrän ikkunaan ja valitsemalla nuolista eteen- tai taaksepäin tai...
 - Valita aikajanalta kohdan klikkaamalla.



WEBMALLIN LUOMINEN MALLISTA

- *File*→ *Publish as Web Page...*



1. Valitse haluamasi asetukset ja paina *Publish*
2. Vahvista *Publish as Web Page*
3. Malli avautuu *WebVieweriin*, jos olet valinnut *Open in browser* tai tallentuu samaan kansioon mallin kanssa.

Tekla Web Viewerin ja webmallien käytön ohjeistus

24.02.2012

Tekla WebViewer

Tekla Web Viewerin käyttö onnistuu internet selaimen kautta, vaikkei käytössä olisikaan *Tekla Structures* -ohjelmistoa.

On huomioitava, että sen käyttö kuitenkin edellyttää Microsoft Internet Explorer 6.0 tai sitä uudemman version ja Active-X -komponenttien sallimista.

Kuinka asennat Tekla Web Viewerin

1. Avaa jokin *Tekla Web Viewer* – mallisi ensimmäistä kertaa, jolloin *Web Viewer* osat asentuvat C-asemallesi, C:\\WINDOWS\\Downloaded Program Files kansioon. *Security Warning* -tiedotteen ilmaantuessa, klikkaa **Install** (=asenna) saadaksesi *Web Viewerin* käyttöösi.
2. Lataa asennuspaketti alla olevasta linkistä. Se asentuu *Web Viewerin*: \\Program Files\\Tekla\\Tekla Web Viewer kansioon. (Sinulla tulee olla hallinnalliset oikeudet asentaa Web Viewer oikein.)

<http://www.tekla.com/international/solutions/building-construction/Documents/TeklaWebViewer126.zip>

Tarkista koneesi Internet asetukset

1. Avaa Microsoft Internet Explorer 6.0 tai sitä uudempi versio
2. Valitse *Tools/Työkalut* → *Internet options/Internet asetukset...*
3. Valitse *Security/Suojaus* -välilehti, klikkaa *Internet* –kuvaketta ja määritä *Custom Levels/Mukautettu taso...*
4. Varmista, että seuraavat asetukset ovat valittuina, joko *Prompt/Kysy vahvistus* tai *Enable/Ota käyttöön*:
 - a. Download signed ActiveX controls / Lataa allekirjoitetut ActiveX-komponentit
 - b. Run ActiveX controls and plug-ins / Suorita ActiveX-komponentit ja laajennukset
5. Valitse *Advanced/Lisäasetukset* – välilehti ja ruksi kohta *Allow active content to run in files on My Computer/Salli aktiivisen sisällön suorittaminen oman tietokoneen tiedostoissa*

Huomaa myös, että järjestelmänvalvoja on ehkä estänyt mahdollisuuden asentaa ActiveX-komponentteja tai muuttaa näitä suojausasetuksia.

Zip -tiedoston asennus, purku ja avaus

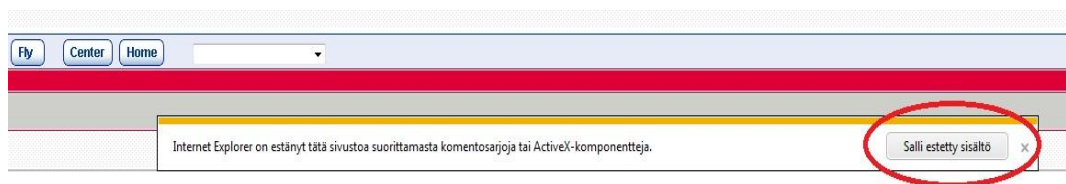
Webmalli on pakattu zip -tiedostoksi. Näin se voidaan lähettää sähköpostilla tai siirtää kopioimalla se muistitikulle.

Webmallin käyttöönotto:

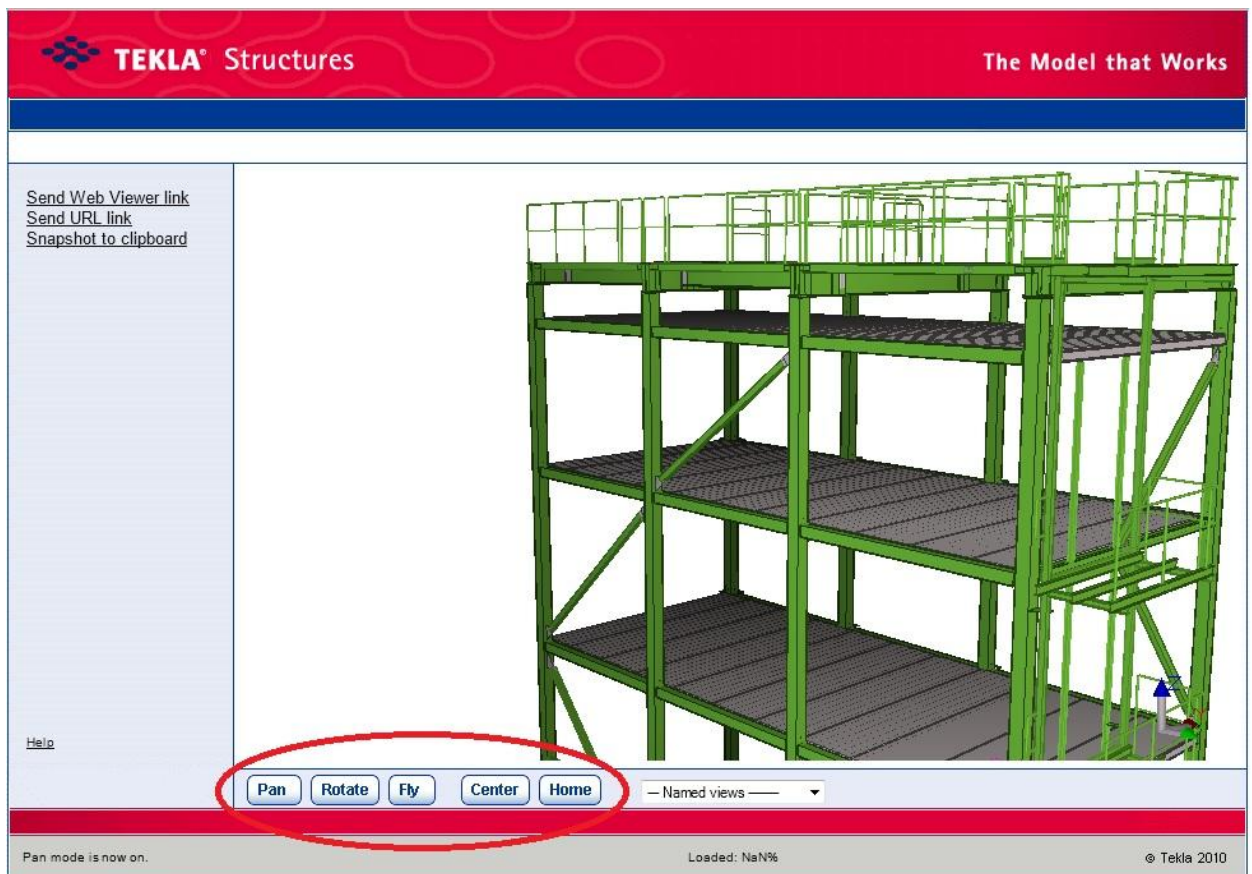
1. Siirrä tai kopioi zip -tiedosto omalle koneellesi tai palvelimelle
2. Pura pakattu tiedosto omaan kansioonsa
3. Avaa malli tupla klikkaamalla "index.html" – kuvaketta
4. Riippuen koneen suojaustasosta näytön ylä-/alareunaan tulee varoitus ActiveX -komponenteista joiden asennus tulee sallia, jotta malli avautuu

ActiveX -komponenttien salliminen

- Klikkaa sivun alareunassa oleva "pop up" – ikkunaa...
 - **Salli estetty sisältö...**
- Asentaa koneelle apuohjelman, joka mahdollistaa Webmallien katselun.



Näin liikut WebViewerissä



TOIMINNOT:

SELITYS:

Lähennä – loitonna (Z)
(Zoom)

Käytä näppäimistön "sivu ylös" ja "sivu alas" – nuolinäppäimiä
tai
Pyöritä hiiren rullaa eteenpäin lähentääksesi ja taaksepäin loitontaaksesi

Panoroi (P)
(Pan)

Paina *Pan* ja vedä hiiren vasen näppäin pohjassa
tai
Vedä pitäen hiiren rulla pohjassa

Pyöritä (R)
(Rotate)

Paina *Rotate* ja vedä hiiren vasen näppäin pohjassa
tai
Paina Ctrl-näppäin alas ja vedä pitäen hiiren rulla pohjassa

- Kun *Rotate* -toiminta on aktiivinen, voit valita "tupla klikkaamalla" pisteen minkä ympäri malli pyörii

Lennä (F)
(Fly)

Paina *Fly* ja pyöritä hiiren rullaa kohti nopeuttaaksesi ja
taaksepäin hidastaaksesi lentämisnopeutta

Keskitä (C)
(Center)

Keskittää mallin näytön keskelle

Koti (H)
(Home)

Palauttaa mallin alkuperäiseen näkymään

Aseta katselupiste (V)
(Set view point)

Kun haluat määrittää ympäripyörimispisteen uudelleen

1. Paina v näppäintä
2. Klikkaa valitaksesi uuden pisteen
3. Paina Ctrl – näppäin alas ja vedä pitäen hiiren rulla pohjassa

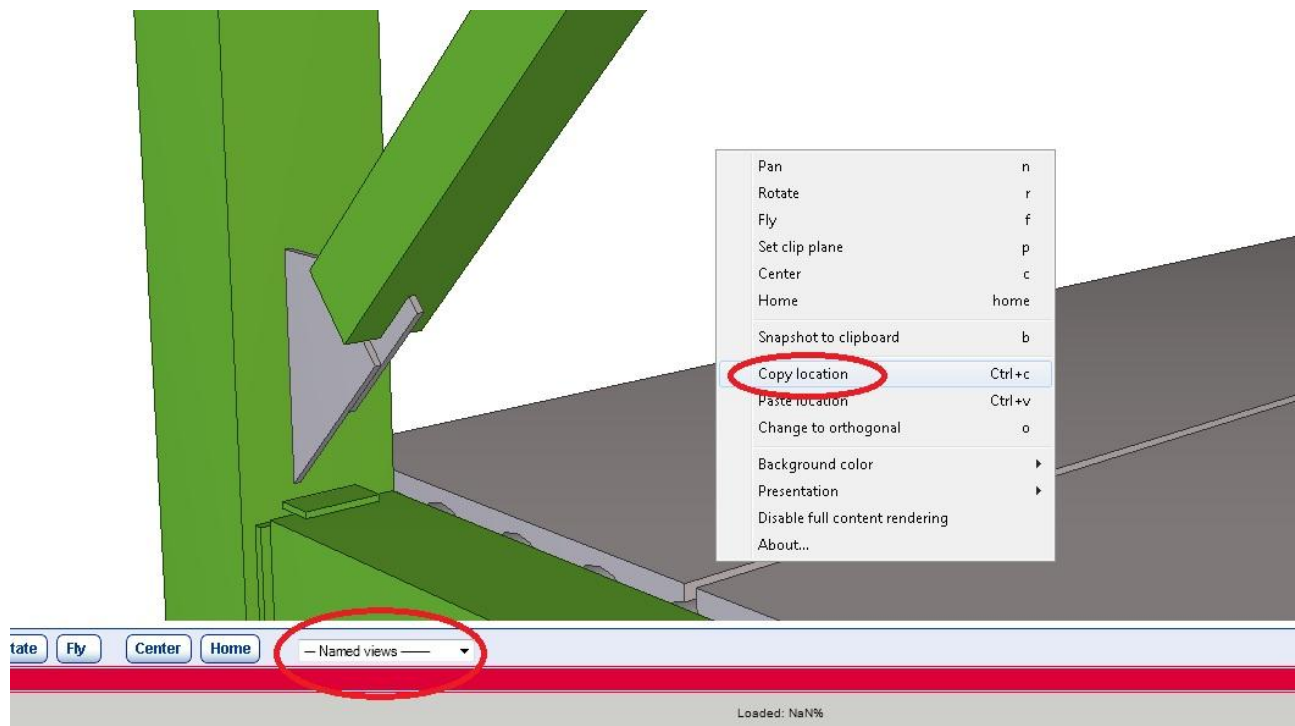
Toiminnot ovat valittavissa myös painaessa hiiren oikeaa näppäintä mallin päällä, jolloin toiminnot ilmestyvät "pop-up" -ikkunaan tai voit myös käyttää pikanäppäintä, mikä on ilmoitettu toiminnan jälkeen suluissa.

Web Viewerissä kokoonpano (assembly)tai rakennusobjektin tiedot saa näkyviin seuraavalla tavalla

1. Etsi haluamasi kokoonpano/rakennusosa mallista (kuvassa punaisena)
2. Siirrä hiiren osoitin komponentin/rakennusosan päällä
3. Näkyviin tulee komponentin/rakennusosan tiedot: numero, mikä osa on kyseessä sekä materiaali



Nimettyjen näkymien käsittely (Named views)

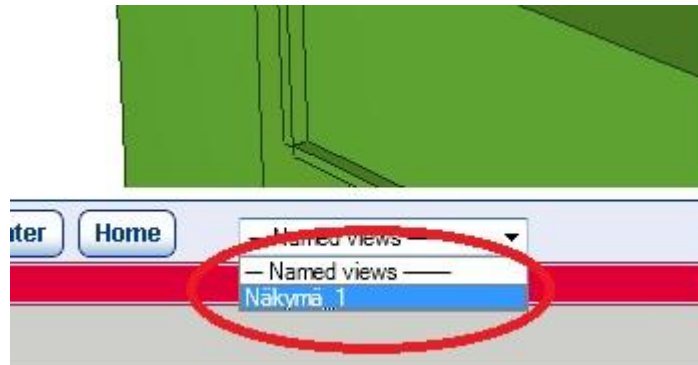


Voit nimetä ja tallentaa mallista ottamiasi näkymiä seuraavalla tavalla

1. Avaa malli "index.html"
2. Kohdista mallissa sellaiseen kohtaan josta haluat luoda näkymän.
3. Klikkaa hiiren oikeata painiketta ja valitse *Copy Location* (=Kopioi sijainti) tai paina Ctrl+c.
4. Avaa jokin tekstinkäsittelyohjelma (vaikka muistio) ja liitä (Ctrl+v) sijaintitieto ohjelmaan.
5. Oletus nimenä näkymälle on "xyz". Korvaa se haluamallasi nimellä (esim. Näkymä_1).
6. Kopioi sijaintitiedot* kokonaisuudessaan tekstinkäsittelyohjelmasta.

**kaikki tekstinkäsittelyohjelmaan liittämäsi teksti*

7. Webmallissa, klikkaa hiiren oikeaa painiketta mallin päällä ja valitse *Paste Location* (=Liitä sijainti) tai paina Ctrl+v. Näkymän nimi ilmestyy *Named views* valikkoon.



Vasemmassa sivupalkissa Web Viewer – näkymässä löytyy vielä kyseisiä toimintoja:

Send Web Viewer link
Send URL link
Snapshot to clipboard

- WebViewer -linkin lähettäminen

Tämä työkalu mahdollistaa yhden näkymän lähettämisen kerrallaan. Vastaanottaja kopioi tekstin ja liittää sen Web Viewer malliin ja näkymän nimi ilmestyy *Named Views* listaan.

- URL -linkin lähettäminen

Tällä työkalulla voit lähettää URL -linkin vastaanottajan malliin, jolla on pääsy kansioon jossa julkaistu malli sijaitsee.

- Snapshot – kuvat leikepöydälle

- Luodakseen snapshot kuvan jostain mallin näkymästä, klikkaa hiiren oikeata painiketta ja valitse *Snapshot to clipboard* tai paina *b* tai klikkaa *Capture* -näppäintä.
- Tallennetut snapshotit menevät leikepöydälle. Avaamalla* kuvat esimerkiksi jossain kuvankäsittelyohjelmassa (vaikka Paint) pystyt katsomaan, muokkaamaan ja tulostamaan niitä.

**valitse Liitä kuvankäsittelyohjelmassa*

